

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPIC)**

E P . U S

P C T

## 国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)  
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 SK01PCT51	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JPO1/03202	国際出願日 (日.月.年) 13.04.01	優先日 (日.月.年) 13.04.00
出願人(氏名又は名称) ソニー株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。  
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

## 1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、  
第 2 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl <sup>7</sup> G06T17/40		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. Cl <sup>7</sup> G06T1/00, 11/00-17/50		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1926-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2001年 日本国実用新案登録公報 1996-2001年 日本国登録実用新案公報 1994-2001年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語) JICSTファイル (JOIS)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	Lieu-Hen CHEN, Santi SAEYOR, Hiroshi DOHI, Mitsuru ISHIZUKA. A system of 3D hair style synthesis based on the wisp model. The Visual Computer, Springer-Verlag, 1999, Vol. 15, No. 4, p. 159-170	1, 4, 8, 11, 14, 18, 21, 24, 28
Y		2, 3, 6, 12, 13, 16, 22, 23, 26
A		5, 7, 9, 10, 15,
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 09.07.01		国際調査報告の発送日 17.07.01
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 後藤 彰 5H 9854 電話番号 03-3581-1101 内線 3531

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2000-3455 A (ソニー株式会社) 7. 1月. 2000 (07. 01. 00), 【0004】～【0006】 (ファミリーなし)	17, 19, 20, 25, 27, 29, 30
Y	US 5404426 A (HITACHI LTD.) 4. 4月. 1995 (04. 04. 95) & JP 5-61961 A	2, 3, 12, 13, 22, 23
A	US 5267154 A (HITACHI LTD.) 30. 1月. 1993 (30. 11. 93) & JP 4-195476 A	6, 16, 26 1-30

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**Confirmation**

A.KOIKE & CO.

No.11 Mori Bldg., No.6-4, Toranomom 2-chome,  
Minato-ku, Tokyo 105-0001 Japan

Facsimile No.81-3-3508-0439

DATE: 17 September 2001

THE INTERNATIONAL BUREAU OF WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20  
Switzerland

[Amendment of the claims under Article 19(1)(Rule 46)]

Re: International Application No. PCT/JP01/03202

Applicant: Sony Corporation

Agent: KOIKE Akira, Patent Attorney  
TAMURA Eiichi, Patent Attorney  
IGA Seiji, Patent Attorney

International Filing Date: 13.04.01

Applicant's or Agent's File Reference: SK01PCT51

Dear Sir.

The Applicant, who has received the International Search Report relating to the above identified International Application transmitted on 17.07.01, hereby files an amendment under Article 19(1) as in the attached sheets.

Further, the applicant replaces sheet nos. 22, 23, 24, 25 and 26 of the claims currently on file with replacement sheet nos. 22, 23, 24, 25 and 26 supplied herewith, because the intended amendment results in adding new claims therein.

Thus claims 1, 11 and 21 are amended, claims 4, 14 and 24 are canceled and the original claims 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29 and 30 are retained unchanged.

Respectfully submitted,

A. KOIKE & CO.

田村 榮一



TAMURA Eiichi  
(Patent Attorney)

Attachment: (1) Amendment under Article 19(1)

5 sheets

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## 請求の範囲

1. (補正後) 頭部の 3 次元形状画像に頭髮画像を合成して髪型整合画像を生成する画像処理装置において、

2 次元配列された複数の頭髮データから構成される髪型データを記憶する記憶手段と、

前記記憶手段が記憶した前記髪型データを読み出す読み出し手段と、

前記読み出し手段が読み出した前記髪型データに含まれる 1 本の髪の毛に対応する前記頭髮データを、前記頭部の 3 次元形状画像の所定の位置にマッピングするマッピング手段と、

前記マッピング手段のマッピング結果に基づいて、前記髪型整合画像を生成する生成手段とを含む画像処理装置。

2. 前記頭髮データは、複数の制御点からなる 3 次元曲線データであることを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の画像処理装置。

3. 前記頭髮データは、複数のポリゴンからなるポリゴンデータである請求の範囲第 1 項記載の画像処理装置。

4. (削除)

5. 前記記憶手段は、円柱座標系で表現される立体的な髪型の 2 次元座標系への写像に対応する 2 次元配列に格納された前記複数の前記頭髮データから構成される前記髪型データを記憶することを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の画像処理装置。

6. 前記装置は、さらに、所定の位置の前記頭髮データを、その近傍の前記頭髮データを用いて補間する補間手段を含むことを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の画像処理装置。

7. 前記補間手段は、前記所定の位置の近傍の前記頭髮データに含まれるグループ情報に基づいて、前記頭髮データを補間することを特徴とする請求の範囲第 6 項記載の画像処理装置。

8. 前記マッピング手段は、第 1 の座標系で表現されている前記頭髮データを、前記頭部の 3 次元形状画像が表現されている第 2 の座標系のデータに変換する座

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

標変換手段を含むことを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の画像処理装置。

9. 前記座標変換手段は、前記第 1 の座標系で表現されている前記頭髮データを、前記頭部の表面に原点を有する局所座標系のデータに変換した後、前記頭部の 3 次元形状画像が表現されている前記第 2 の座標系のデータに変換することを特徴とする請求の範囲第 8 項記載の画像処理装置。

10. 前記座標変換手段は、前記第 1 の座標系で表現されている前記頭髮データを、前記頭部の 3 次元形状画像が表現されている前記第 2 の座標系のデータに変換するとき、乱数に基づいて、座標軸回転及び原点移動のうち、少なくとも一方を実行することを特徴とする請求の範囲第 8 項記載の画像処理装置。

11. (補正後) 頭部の 3 次元形状画像に頭髮画像を合成して髪型整合画像を生成する画像処理装置の画像処理方法において、

2 次元配列された複数の頭髮データから構成される髪型データを記憶する記憶ステップと、

前記記憶ステップの処理で記憶された前記髪型データを読み出す読み出しステップと、

前記読み出しステップの処理で読み出された前記髪型データに含まれる 1 本の髪の毛に対応する前記頭髮データを、前記頭部の 3 次元形状画像の所定の位置にマッピングするマッピングステップと、

前記マッピングステップの処理でのマッピング結果に基づいて、前記髪型整合画像を生成する生成ステップとを含む画像処理方法。

12. 前記頭髮データは、複数の制御点からなる 3 次元曲線データであることを特徴とする請求の範囲第 11 項記載の画像処理方法。

13. 前記頭髮データは、複数のポリゴンからなるポリゴンデータであることを特徴とする請求の範囲第 11 項記載の画像処理方法。

14. (削除)

15. 前記記憶ステップの処理では、円柱座標系で表現される立体的な髪型の 2 次元座標系への写像に対応する 2 次元配列に格納された前記複数の前記頭髮データから構成される前記髪型データが記憶されることを特徴とする請求の範囲第 11 項記載の画像処理方法。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

16. さらに、所定の位置の前記頭髮データを、その近傍の前記頭髮データを用いて補間する補間ステップを含むことを特徴とする請求の範囲第11項記載の画像処理方法。

17. 前記補間ステップの処理では、前記所定の位置の近傍の前記頭髮データに含まれるグループ情報に基づいて、前記頭髮データが補間されることを特徴とする請求の範囲第16項記載の画像処理方法。

18. 前記マッピングステップの処理は、第1の座標系で表現されている前記頭髮データを、前記頭部の3次元形状画像が表現されている第2の座標系のデータに変換する座標変換ステップを含むことを特徴とする請求の範囲第11項記載の画像処理方法。

19. 前記座標変換ステップの処理では、前記第1の座標系で表現されている前記頭髮データが、前記頭部の表面に原点を有する局所座標系のデータに変換された後、前記頭部の3次元形状画像が表現されている前記第2の座標系のデータに変換されることを特徴とする請求の範囲第18項記載の画像処理方法。

20. 前記座標変換ステップの処理では、前記第1の座標系で表現されている前記頭髮データが、前記頭部の3次元形状画像が表現されている前記第2の座標系のデータに変換されるとき、乱数に基づいて、座標軸回転及び原点移動のうち、少なくとも一方が実行されることを特徴とする請求の範囲第18項記載の画像処理方法。

21. (補正後) 頭部の3次元形状画像に頭髮画像を合成して髪型整合画像を生成する画像処理用のプログラムを記録した記録媒体であって、

2次元配列された複数の頭髮データから構成される髪型データを記憶する記憶ステップと、

前記記憶ステップの処理で記憶された前記髪型データを読み出す読み出しステップと、

前記読み出しステップの処理で読み出された前記髪型データに含まれる1本の髪の毛に対応する前記頭髮データを、前記頭部の3次元形状画像の所定の位置にマッピングするマッピングステップと、

前記マッピングステップの処理でのマッピング結果に基づいて、前記髪型整合

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

画像を生成する生成ステップとを含むことを特徴とするコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されている記録媒体。

22. 前記頭髮データは、複数の制御点からなる3次元曲線データであることを特徴とする請求の範囲第21項記載の記録媒体。

23. 前記頭髮データは、複数のポリゴンからなるポリゴンデータであることを特徴とする請求の範囲第21項記載の記録媒体。

24. (削除)

25. 前記記憶ステップの処理では、円柱座標系で表現される立体的な髪型の2次元座標系への写像に対応する2次元配列に格納された前記複数の前記頭髮データから構成される前記髪型データが記憶されることを特徴とする請求の範囲第21項記載の記録媒体。

26. 所定の位置の前記頭髮データを、その近傍の前記頭髮データを用いて補間する補間ステップをさらに含むことを特徴とする請求の範囲第21項記載の記録媒体。

27. 前記補間ステップの処理では、前記所定の位置の近傍の前記頭髮データに含まれるグループ情報に基づいて、前記頭髮データが補間されることを特徴とする請求の範囲第26項記載の記録媒体。

28. 前記マッピングステップの処理は、第1の座標系で表現されている前記頭髮データを、前記頭部の3次元形状画像が表現されている第2の座標系のデータに変換する座標変換ステップを含むことを特徴とする請求の範囲第21項記載の記録媒体。

29. 前記座標変換ステップの処理では、前記第1の座標系で表現されている前記頭髮データが、前記頭部の表面に原点を有する局所座標系のデータに変換された後、前記頭部の3次元形状画像が表現されている前記第2の座標系のデータに変換されることを特徴とする請求の範囲第28項記載の記録媒体。

30. 前記座標変換ステップの処理では、前記第1の座標系で表現されている前記頭髮データが、前記頭部の3次元形状画像が表現されている前記第2の座標系のデータに変換されるとき、乱数に基づいて、座標軸回転及び原点移動のうち、少なくとも一方が実行されることを特徴とする請求の範囲第28項記載の記録媒

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

体。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2001年10月25日 (25.10.2001)

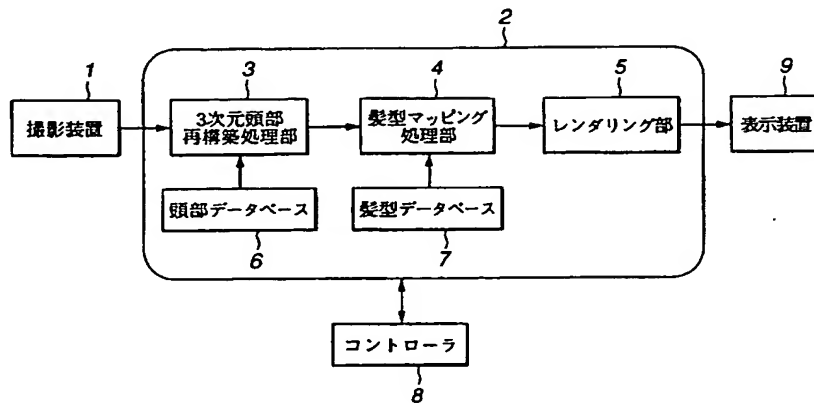
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 01/80187 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: G06T 17/40 (KOBAYASHI, Seiji) [JP/JP]; 〒141-0022 東京都品川区東五反田1丁目14番10号 株式会社 ソニー 木原研究所内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/03202
- (22) 国際出願日: 2001年4月13日 (13.04.2001) (74) 代理人: 小池 晃, 外(KOIKE, Akira et al.); 〒105-0001 東京都港区虎ノ門二丁目6番4号 第11森ビル Tokyo (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): CA, US.
- (30) 優先権データ:  
特願2000-112072 2000年4月13日 (13.04.2000) JP  
特願2000-112074 2000年4月13日 (13.04.2000) JP  
特願2001-77564 2001年3月19日 (19.03.2001) JP (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小林誠司
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書  
— 補正書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: IMAGE PROCESSOR AND IMAGE PROCESSING METHOD, AND RECORDED MEDIUM

(54) 発明の名称: 画像処理装置及び画像処理方法並びに記録媒体



- 1...IMAGE PICKUP DEVICE  
3...THREE-DIMENSIONAL HEAD RESTRUCTURING SECTION  
4...HAIR STYLE MAPPING SECTION  
5...RENDERING SECTION  
6...HEAD DATA BASE  
7...HAIR STYLE DATA BASE  
8...CONTROLLER  
9...DISPLAY

(57) Abstract: An image processor for varying a hair style, representing every hair by CG, according each of a plurality of different shapes of head comprises a three-dimensional head restructuring section (3) for structuring a three-dimensional shape model of a head by combining a set of three-dimensional shape data of the face part inputted from an image pickup section (1) with a set of three-dimensional shape data of the head read out from a head database (6), a hair style mapping section (4) for mapping hair style data read out from a hair style database (7) to the three-dimensional shape model of the head, and a rendering section (5) for rendering the three-dimensional shape model of the head to which with the hair style data is mapped to generate hair style matching image data. A plurality of sets of hair style data are stored in the hair style database (7).

[続葉有]

WO 01/80187 A1



---

(57) 要約:

CGによって1本毎に表現する頭髮の髪型を、複数の異なる頭部形状に対応して変化させる画像処理装置であり、撮影装置(1)から入力される顔部の3次元形状データに頭部データベース(6)から読み出す頭部の3次元形状データを合成して首部の3次元形状モデルを構築する3次元頭部再構築処理部(3)と、首部の3次元形状モデルに髪型データベース(5)から読み出す髪型データをマッピングする髪型マッピング処理部(4)と、髪型データがマッピングされた首部の3次元形状モデルにレンダリングを施して髪型整合画像データを生成するレンダリング部(5)とを備える。髪型データベース(7)には、複数の髪型データが記憶される。

## 明細書

## 画像処理装置及び画像処理方法並びに記録媒体

## 技術分野

本発明は、画像処理装置及び画像処理方法並びに記録媒体に関し、さらに詳しくは、頭髮を除く頭部の3次元形状画像に、コンピュータグラフィックスにより表現する頭髮画像を合成する場合に用いて好適な画像処理装置及び画像処理方法並びに記録媒体に関する。

## 背景技術

従来、コンピュータグラフィックス（以下、CGと略記する）によって人の頭髮を表現する方法として、図1Aに示すように、髪型全体をポリゴンモデルを用いて近似し、その表面に髪の毛のテクスチャを貼り付ける方法や、光源位置又は視点位置により異なる反射強度を示す異方性反射モデルを用いてレンダリングする方法が用いられている。

これらの方法については、「山名、末永、”異方性反射モデルを用いた頭髮表現”、信学技報、PRU87-3, pp. 115-120, 1989」に記述されている。このような方法においては、髪型の表現はポリゴンモデルの形状そのものであり、髪型の変更はポリゴンモデルの形状を変形することによって実現している。

頭髮をパーティクルシステムによって表現する方法が提案されている。パーティクルシステムは、多量の粒子状の物体を扱う時に、粒子の質量などの特性をパラメータとして与え、ある法則に従って粒子を発生させることによって、容易に多量の粒子状の物体を表現する方法である。

また、図1Bに示すような髪の毛の一本ずつを曲線近似する方法を、本願出願人は、例えば、特願平10-164545号として提案しており、この方法によって自然な髪型画像の表現に成功している。

曲線近似された複数の髪の毛をまとめて編集することにより、髪型をデザインする方法が「岸、三枝、森島、”房モデルによるヘアデザインシステムの開発”、信学技報、MVE97-102, pp. 67-74, 1998」に記述されている。

ポリゴンモデルによって髪型全体を近似する方法では、複雑な髪型を表現することが困難であり、また、髪の毛の動き（流れ）を表現することができなかった。

一方、パーティクルシステムによって頭髪を表現する方法や、髪の毛の一本ずつを幾何学的形状で近似する方法では、任意の髪型を表現することができ、且つ、髪の毛の動きを表現することができる。しかしながら、パーティクルシステムによって頭髪を表現する方法では、髪型を制御するためには、頭髪を表現する粒子のパラメータを制御する必要があり、直感的な制御が難しいので、意図する髪型を生成することが困難であった。

上述した「岸、三枝、森島、”房モデルによるヘアデザインシステムの開発”、信学技報、MVE97-102, pp. 67-74, 1998」に記述されている方法では、意図する髪型を比較的容易に生成することが可能であるが、この方法では、固定された頭部形状に対応した頭髪を意図する髪型に変化させることができるだけであり、複数の異なる頭部形状に対応して、頭髪を意図する髪型に変化させることができない課題があった。

## 発明の開示

本発明は、上述したような実情に鑑みて提案されるものであり、CGによって1本毎に表現する頭髪の髪型を、複数の異なる頭部形状に対応して変化させることができるようにすることを目的とする。

上述のような目的を達成するために提案される本発明は、頭部の3次元形状画像に頭髪画像を合成して髪型整合画像を生成する画像処理装置において、髪型データを記憶する記憶手段と、記憶手段が記憶した髪型データを読み出す読み出し手段と、読み出し手段が読み出した髪型データに含まれる1本の髪の毛に対応する頭髪データを、頭部の3次元形状画像の所定の位置にマッピングするマッピング手段と、マッピング手段のマッピング結果に基づいて、髪型整合画像を生成す

る生成手段とを含む。

ここで、頭髮データには、複数の制御点からなる 3 次元曲線データが用いることができる。

また、頭髮データには、複数のポリゴンからなるポリゴンデータを用いることができる。

記憶手段は、2 次元配列された複数の頭髮データから構成される髪型データを記憶する。特に、記憶手段は、円柱座標系で表現される立体的な髪型の 2 次元座標系への写像に対応する 2 次元配列に格納された複数の前記頭髮データから構成される髪型データを記憶する。

本発明に係る装置は、さらに、所定の位置の前記頭髮データを、その近傍の前記頭髮データを用いて補間する補間手段を含む。補間手段は、所定の位置の近傍の頭髮データに含まれるグループ情報に基づいて、頭髮データを補間する。

また、マッピング手段は、第 1 の座標系で表現されている頭髮データを、頭部の 3 次元形状画像が表現されている第 2 の座標系のデータに変換する座標変換手段を含む。

座標変換手段は、第 1 の座標系で表現されている頭髮データを、頭部の表面に原点を有する局所座標系のデータに変換した後、頭部の 3 次元形状画像が表現されている第 2 の座標系のデータに変換する。

さらに、座標変換手段は、第 1 の座標系で表現されている頭髮データを、頭部の 3 次元形状画像が表現されている第 2 の座標系のデータに変換するとき、乱数に基づいて、座標軸回転及び原点移動のうち、少なくとも一方を実行する。

また、本発明は、頭部の 3 次元形状画像に頭髮画像を合成して髪型整合画像を生成する画像処理装置の画像処理方法であり、髪型データを記憶する記憶ステップと、記憶ステップの処理で記憶された髪型データを読み出す読み出しステップと、読み出しステップの処理で読み出された髪型データに含まれる 1 本の髪の毛に対応する頭髮データを、頭部の 3 次元形状画像の所定の位置にマッピングするマッピングステップと、マッピングステップの処理でのマッピング結果に基づいて、髪型整合画像を生成する生成ステップとを含む。

本発明における記憶ステップの処理では、2 次元配列された複数の頭髮データ

から構成される髪型データが記憶される。

また、記憶ステップの処理では、円柱座標系で表現される立体的な髪型の２次元座標系への写像に対応する２次元配列に格納された複数の頭髮データから構成される髪型データが記憶される。

本発明方法は、所定の位置の前記頭髮データを、その近傍の頭髮データを用いて補間する補間ステップを含む。

この補間ステップの処理では、所定の位置の近傍の頭髮データに含まれるグループ情報に基づいて、頭髮データが補間される。

マッピングステップの処理は、第１の座標系で表現されている頭髮データを、頭部の３次元形状画像が表現されている第２の座標系のデータに変換する座標変換ステップを含む。

座標変換ステップの処理では、第１の座標系で表現されている頭髮データが、頭部の表面に原点を有する局所座標系のデータに変換された後、頭部の３次元形状画像が表現されている第２の座標系のデータに変換される。

また、座標変換ステップの処理では、第１の座標系で表現されている頭髮データが、頭部の３次元形状画像が表現されている第２の座標系のデータに変換されるとき、乱数に基づいて、座標軸回転及び原点移動のうち、少なくとも一方が実行される。

さらに、本発明は、頭部の３次元形状画像に頭髮画像を合成して髪型整合画像を生成する画像処理用のプログラムを記録した記録媒体であり、この記録媒体に記録されるプログラムは、髪型データを記憶する記憶ステップと、記憶ステップの処理で記憶された髪型データを読み出す読み出しステップと、読み出しステップの処理で読み出された髪型データに含まれる１本の髪の毛に対応する頭髮データを、頭部の３次元形状画像の所定の位置にマッピングするマッピングステップと、マッピングステップの処理でのマッピング結果に基づいて、髪型整合画像を生成する生成ステップとを含む。

記憶ステップの処理では、２次元配列された複数の頭髮データから構成される髪型データが記憶される。

また、記憶ステップの処理では、円柱座標系で表現される立体的な髪型の２次

元座標系への写像に対応する２次元配列に格納された複数の前記頭髮データから構成される髪型データが記憶される。

本発明方法は、さらに、所定の位置の頭髮データを、その近傍の頭髮データを用いて補間する補間ステップをさらに含む。

補間ステップの処理では、所定の位置の近傍の頭髮データに含まれるグループ情報に基づいて、頭髮データが補間される。

また、マッピングステップの処理は、第１の座標系で表現されている頭髮データを、頭部の３次元形状画像が表現されている第２の座標系のデータに変換する座標変換ステップを含む。

さらに、座標変換ステップの処理では、第１の座標系で表現されている頭髮データが、頭部の表面に原点を有する局所座標系のデータに変換された後、頭部の３次元形状画像が表現されている第２の座標系のデータに変換される。

さらにまた、座標変換ステップの処理では、第１の座標系で表現されている頭髮データが、頭部の３次元形状画像が表現されている第２の座標系のデータに変換されるとき、乱数に基づいて、座標軸回転及び原点移動のうち、少なくとも一方が実行される。

上述した本発明に係る画像処理装置及び処理方法において、髪型データが記憶され、記憶された髪型データが読み出され、読み出された髪型データに含まれる１本の髪の毛に対応する頭髮データが頭部の３次元形状画像の所定の位置にマッピングされ、マッピング結果に基づいて、髪型整合画像が生成される。なお、記憶される髪型データは、２次元配列された複数の頭髮データから構成される。

本発明の更に他の目的、本発明によって得られる具体的な利点は、以下に説明される実施例の説明から一層明らかにされるであろう。

## 図面の簡単な説明

図１Ａ及び図１Ｂは、従来の頭髮表現の一例を示す図である。

図２は、本発明を適用した頭髮合成システムの構成例を示すブロック図である。

図３は、頭髮合成システムの動作を説明するフローチャートである。

図 4 は、頭髮合成システムの動作を説明するための図である。

図 5 は、図 2 に示す髪型マッピング処理部の構成例を示すブロック図である。

図 6 は、髪型マッピング処理部の処理を説明するフローチャートである。

図 7 A 及び図 7 B は、頭髮データが 2 次元配列された髪型データを説明するための図である。

図 8 は、図 6 に示すステップ S 1 3 のマッピング位置計算を説明するための図である。

図 9 は、図 6 に示すステップ S 1 5 の頭髮データ補間処理を説明するための図である。

図 1 0 A 及び図 1 0 B は、図 6 に示すステップ S 1 6 の座標変換を説明するための図である。

図 1 1 は、図 1 に示す髪型データベースのデータ構造を示す図である。

図 1 2 は、頭髮データに含まれるグループ情報を用いた補間処理を説明するための図である。

図 1 3 A 及び図 1 3 B は、座標変換における座標軸回転を説明するための図である。

図 1 4 A 及び図 1 4 B は、座標変換における座標軸移動を説明するための図である。

図 1 5 A 及び図 1 5 B は、任意に変形された頭部 3 次元モデルに対するマッピングを説明するために図である。

図 1 6 は、髪型データが生成される際の円柱座標系を図である。

図 1 7 は、画像処理装置を実現するパーソナルコンピュータの構成例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明を適用した頭髮合成システムについて、図 2 を参照して説明する。この頭髮合成システムは、人物の首部（首から上の部分）を撮影する撮影装置 1、撮影した首部の画像に基づいて、首部の 3 次元形状モデルを生成し、任意の髪型の

C Gを合成して髪型整合画像を生成する画像処理装置 2、及び、生成された髪型整合画像を表示する表示装置 9 から構成される。この頭髮合成システムを、例えば、美容院、理髪店等に設置すれば、客の髪型の選択を支援する用途などに用いることができる。

頭髮合成システムの撮影装置 1 は、ステレオカメラやレンジファインダなどの 3 次元形状計測装置、及び CCD (Charge Coupled Device) 等の 2 次元画像入力装置を組み合わせたものである。撮影装置 1 の 3 次元形状計測装置は、ステレオカメラの場合には、被写体となる人物（美容院等の顧客）の首部を異なる方向から複数回撮影して所定の画像処理を施し、顔部（首部のうち、頭髮部が除去されたもの）の 3 次元形状を得る。レンジファインダの場合には、被写体となる人物の首部をレーザスキャンすることによって距離を計測し、顔部の 3 次元形状を得る。撮像装置 1 の 2 次元画像入力装置は、被写体となる人物の首部を撮影して、顔部の 3 次元形状に対応したテクスチャを得る。

一般に、撮影装置 1 の 3 次元形状計測装置は、被写体の光を吸収する色の濃い部分、例えば、黒髪の頭部等及び金属のように光を反射する部分の 3 次元形状データを取得することができない。したがって、撮影装置 1 からは、被写体の首部のうち、頭髮を除く顔等の部分（以下、顔部と記述する）の 3 次元形状データ、及び、顔部分の 3 次元形状データと対応付けられたテクスチャ画像データが出力される。

なお、撮影装置 1 を構成する 3 次元形状計測装置及び 2 次元画像入力装置は、被写体となる人物（以下、顧客と記述する）の首部を多方向から計測するために複数あってもよい。

画像処理装置 2 は、撮影装置 1 から入力される顔部の 3 次元形状データに、頭部データベース 6 から読み出す頭部の 3 次元形状データを合成して、首部の 3 次元形状モデルを構築する 3 次元頭部再構築処理部 3、首部の 3 次元形状モデルに髪型データベース 5 から読み出す髪型データをマッピングする髪型マッピング処理部 4、髪型データがマッピングされた首部の 3 次元形状モデルにレンダリングを施して髪型整合画像データを生成するレンダリング部 5、複数の頭部の 3 次元形状データが予め記録されている頭部データベース 6、複数の髪型データが予め

記録されている髪型データベース7、及び、頭部データベース6に記憶されている頭部の3次元形状データの選択、髪型データベース7に記憶されている髪型データの選択等を指示するとき、ユーザが操作するコントローラ8から構成される。

髪型データベース7に記憶されている髪型データは、3次元グラフィックスモデラ等を使って編集、生成されたものである。したがって、実際には整髪することが困難であるような髪型であっても、その髪型データを生成し、記憶させておくことが可能である。なお、髪型データベース7のデータ構造については、図11を参照して後述する。

表示装置9は、LCD(Liquid Crystal Display)又はCRT(Cathode Ray Tube)などよりなり、画像処理装置2から入力される髪型整合画像を表示する。

次に、頭髮合成システムの動作について、図3のフローチャート及び図4を参照して説明する。ステップS1において、撮影装置1は、被写体となる顧客の首部を撮影、又はレーザスキャンして3次元形状を計測し、顧客の首部の3次元形状データ及びテクスチャ画像データを画像処理装置2に出力する。

3次元形状の計測方法は、ステレオカメラを用いる方法、レンジファインダを用いる方法など、いずれの方法でも構わない。しかしながら、上述したように、撮影装置1の3次元形状計測装置は、頭髮部分の3次元形状データを取得することができないので、ステップS1の処理では、撮影した顧客の顔部の3次元形状データ及びテクスチャ画像データ(図4においては、顔部の3次元形状データにテクスチャ画像を貼付した計測データとして図示している)が出力される。なお、撮影装置1に複数の3次元形状計測装置及び2次元画像入力装置が備えられている場合には、顔部の3次元形状データ及びテクスチャ画像データの組が複数出力されることになる。

ステップS2において、画像処理装置2の3次元頭部再構築処理部2は、撮影装置1から入力された顔部の計測データ、すなわち、3次元形状データ及びテクスチャ画像データを用いて顧客の頭部の3次元形状モデルを構築する。

具体的には、図4に示すように、頭部データベース6から選択して読み出した頭部データを、顧客の顔部の計測データと結合して、完全な顧客の頭部の3次元モデルを再構築する。頭部データベース6は、複数の任意形状の頭部のみの3次

元モデルで構成されている。頭部データには、顧客の顔部の計測データの大きさ、向き等からスケーリング、位置合わせが施されて、顧客の計測データに結合される。

頭部データと顧客の計測データとの結合は、両データの解放エッジ間に新たなポリゴンを発生させるようにしてもよいし、一方のデータの解放エッジ部を他方の解放エッジに合致するように変形させてもよい。

構築された顧客の頭部 3 次元形状は、例えば、三角形ポリゴンモデルで表現されている。構築された顧客の頭部 3 次元モデルは、図 4 に示すような顧客の実像から頭髪が取り除かれたものとなる。

ステップ S 3 において、髪型データベース 7 に記憶されている髪型データを選択するユーザ（顧客等）の操作が、コントローラ 8 により受け付け、選択された髪型データが髪型データベース 7 から読み出されて、髪型マッピング処理部 4 に供給される。

この髪型選択の際、髪型を示すアイコンやサムネイル等を表示装置 9 に表示させて、ユーザに選択を促す。表示装置 9 の画面上のカーソル等を移動させることにより選択するようにしてもよいし、髪型を示す番号等を入力することにより選択するようにしてもよい。

ステップ S 4 において、画像処理装置 2 の髪型マッピング処理部 4 は、供給された髪型データを、3 次元頭部再構築処理部 3 から供給された顧客の頭部 3 次元モデルにマッピングして、レンダリング部 5 に出力する。髪型データのマッピング処理は、髪型データに含まれる 1 本毎の髪の毛に対応する頭髪データを、テクスチャマッピングと同様の手法によって、頭部 3 次元モデルの形状に従って頭部 3 次元モデル表面にマッピングするものである。なお、マッピング処理の詳細については、図 5 及び図 6 を参照して後述する。

ステップ S 5 において、レンダリング部 5 は、髪型データがマッピングされた顧客の頭部 3 次元モデルをレンダリングして、図 4 に示すような髪型整合画像データを生成して、表示装置 9 に出力する。レンダリングの方法は、頭部 3 次元モデルの顔部に対しては、ポリゴンモデルのテクスチャマッピング処理などであり、頭髪部に対しては、曲線モデルのレンダリング処理である。曲線モデルのレンダ

リング処理は、例えば、「小林、森島、原島、”糸状物体の運動モデルとCGによるシミュレーション”、信学技報、PRU90-127, pp. 15-20, 1991」に、その詳細が開示されている。

表示装置 9 は、入力された髪型整合画像データに対応する画像を表示する。コントローラ 8 は、表示装置 9 に表示された髪型整合画像を満足したか否かを入力するようにユーザ（顧客等）に促す。

このとき、ユーザは、コントローラ 8 を操作して、視点位置や照明位置を変化させながら髪型整合画像を見ることができる。視点位置や照明位置が変化した場合、レンダリング部 5 は、変化された条件（視点位置や照明位置）に対応するように、頭部 3 次元モデルと髪型データのレンダリング処理を再度実行して表示装置 9 に出力する。

ステップ S 5 において、ユーザが満足していなことを示す入力を受け付けた場合、ステップ S 3 に戻り、以降の処理が繰り返される。ステップ S 5 において、満足したことを示すユーザの入力を受け付けたと判定された場合、この処理は終了される。

次に、ステップ S 4 における髪型マッピング処理部 4 による髪型マッピング処理の詳細について説明するが、その前に、髪型マッピング処理部 4 の構成例について、図 5 を参照して説明する。

髪型マッピング処理部 4 の髪型データ読み出し部 2 1 は、コントローラ 8 を用いて選択された髪型データを、髪型データベース 7 から読み出してマッピング位置計算部 2 2 に出力する。マッピング位置計算部 2 2 は、髪型データを構成する頭髮データ（1 本の髪の毛に相当する）をマッピングする頭部 3 次元モデル上の位置を計算する。頭髮データ補間処理部 2 3 は、マッピングされる頭髮データを、髪型データの周囲の頭髮データから補間することによって求める。座標変換部 2 4 は、補間された頭髮データを、頭髮データの物体座標系から頭部 3 次元モデルの物体座標系に座標変換することによってマッピングする。

次に、髪型マッピング処理部 4 の髪型マッピング処理の詳細について、図 6 のフローチャートを参照して説明する。髪型マッピング処理部 4 のマッピング位置計算部 2 2 には、既に、ステップ S 3 の処理によって、髪型データ読み出し部 2

1 から髪型データが供給されているものとする。

マッピング位置計算部 22 に供給されている髪型データは、図 7 に示すように、3 次元形状を持つオブジェクトで近似された頭髮データが 2 次元配列されたものである。

図 7 A の例では、3 次 B-spline 曲線などの空間曲線で 1 本の頭髮が近似されている。図 7 B の例では、ポリゴンモデルによって 1 本の頭髮が近似されている。2 次元配列のアドレスは、テクスチャマッピング処理と同様に、髪型がマッピングされる頭部 3 次元モデルに与えられているマッピング座標値と対応する。

例えば、頭部 3 次元モデルの所定のポリゴンの頂点にマッピング座標  $(u, v) = (0.1, 0.1)$  が与えられている場合、その頂点にマッピングされる頭髮データの髪型データ配列でのアドレスは  $(0.1 u_{max}, 0.1 v_{max})$  となる。ここで、 $u_{max}$  は髪型データ配列の  $u$  方向のデータ数であり、 $v_{max}$  は髪型データ配列の  $v$  方向のデータ数である。

髪型データは、任意の 3 次元形状を有した頭髮データを 2 次元配列したものであるため、任意の髪型を表現することが可能であり、現実的にカットすることが困難である髪型の髪型データであっても生成することができる。なお、髪型データを生成する方法については、図 16 を参照して後述する。

始めに、ステップ S 11 において、マッピング位置計算部 22 は、髪型データ配列の縦方向のカウント値  $v$  を 0.0 に初期化し、ステップ S 12 において、髪型データ配列の横方向のカウント値  $u$  を 0.0 に初期化する。

ステップ S 13 において、マッピング位置計算部 22 は、髪型データ配列のアドレス  $(u, v)$  で表される頭髮データをマッピングする頭部 3 次元モデル上の位置を計算する。

具体的に説明する。図 8 は、頭部 3 次元モデル上の任意の三角形ポリゴンを示している。三角形ポリゴンの頂点 A, B, C は、それぞれ頭部 3 次元モデルの属性を表す属性ベクトル  $A_{x,y,z}$ ,  $B_{x,y,z}$ ,  $C_{x,y,z}$  を有している。

ここで、属性とは、頭部 3 次元モデルの物体座標値、頂点における局所座標軸、頭髮のマッピング座標値から構成される。三角形ポリゴン ABC の任意の 2 辺を成すベクトルをベクトル  $V_1$ ,  $V_2$  とすれば、ベクトル  $V_1$ ,  $V_2$  を各頂点の属

性ベクトルを用いて、例えば次式 (1) で示すことができる。

$$\begin{aligned} V_1 &= B_{\text{座標}} - A_{\text{座標}} \\ V_2 &= C_{\text{座標}} - A_{\text{座標}} \end{aligned} \quad \dots (1)$$

ベクトル  $V_1$ ,  $V_2$  を三角形ポリゴン  $ABC$  の座標軸として考えれば、三角形ポリゴン  $ABC$  上の任意の点  $P_h$  は次式 (2) で表すことができる。

$$P_h = A_{\text{座標}} + a V_1 + b V_2 \quad \dots (2)$$

このとき、係数  $a$ ,  $b$  は、図 8 に示すように、任意の点  $P_h$  から一方の軸に対して、他方の軸に平行な線を下ろしたときに交わる点と任意の点  $P_h$  の長さを、各軸ベクトルの長さで正規化したものである。

頂点  $A$ ,  $B$ ,  $C$  のマッピング座標値をそれぞれ  $(u_a, v_a)$ ,  $(u_b, v_b)$ ,  $(u_c, v_c)$  として、式 (2) で表される点  $P_h$  をマッピング座標値の要素に関して注目すると、次式 (3) が成立する。

$$\begin{aligned} U_h &= U_a + a (U_b + U_c) + b (U_c - U_a) \\ V_h &= V_a + a (V_b - V_a) + b (V_c - V_a) \end{aligned} \quad \dots (3)$$

式 (3) は、 $(U, V)$  空間における任意の点に対して成立している。

いま、カウンタ値  $u = u_p$ 、カウンタ値  $v = v_p$  である場合、頭髮データがマッピングされるべき頭部 3 次元モデル上の点  $P_h$  が三角形ポリゴンの内部にあるための条件は次式 (4) で表される。

$$a + b \leq 1 \quad \dots (4)$$

つまり、頭部 3 次元モデルの任意の三角形ポリゴンにおいて、式 (3) に、 $u_h = u_p$ 、 $v_h = v_p$  を代入して求めた係数  $a$ ,  $b$  が、式 (4) を満たす場合、点  $P_h$  は、当該三角形ポリゴンの内部に存在するので、髪型データ配列の  $(u_p, v_p)$  で表される頭髮データは、当該三角形ポリゴン上にマッピングされることになる。したがって、このときの頭髮データの頭部 3 次元モデルへのマッピング位置は、マッピングされる三角形ポリゴンにおいて式 (2) を用いて計算される。

図 6 に戻り、ステップ  $S14$  において、マッピング位置計算部 22 は、マッピングされる頭部 3 次元モデルの三角形ポリゴンが、頭髮生成領域か否かを判定する。この判定は、頭部 3 次元モデルの各三角形ポリゴンに付与されている頭髮データをマッピングするか否かを示すフラグ (正、又は負) に基づいて行われる。

ステップS 1 3の処理で求められたマッピング位置を含む三角形ポリゴンのマッピングフラグが正である場合、当該三角形ポリゴンは頭髮生成領域であると判定し、ステップS 1 5に進む。

ステップS 1 5において、頭髮データ補間処理部2 3は、 $(u_p, v_p)$ で表されるマッピングされるべき頭髮データを、髪型データ配列に格納されている頭髮データを用いて補間する。補間方法は、4近傍点の平均値を用いてもよいし、4近傍点の加重平均値を用いてもよいし、補間をせずに最近傍点をそのまま用いてもよい。

図9は、4近傍点からの加重平均値を用いる方法を示している。いま、カウンタ値 $u = u_p$ 、カウンタ値 $v = v_p$ であるとき、マッピングされる頭髮データの髪型データ配列アドレスは $P_p = (m_p, n_p) = (u_p \cdot u_{max}, v_p \cdot v_{max})$ である。点 $P_p$ における頭髮データを $H_p$ として、近傍4点を、図9に示すように点 $P_1$ 乃至 $P_4$ として、点 $P_1$ 乃至 $P_4$ のそれぞれにおける頭髮データを $H_1$ 乃至 $H_4$ とする。

4近傍点からの加重平均方法では、マッピングされる頭髮データ $H_p$ は、次式(5)を用いて4近傍点のデータから補間する。

$$H_p = d_m (d_n \cdot H_2 + (1 - d_n) H_1) + (1 - d_m) (d_n \cdot H_4 + (1 - d_n) H_3) \quad \dots (5)$$

ここで、頭髮データが図7Aに示したような3次B-spline曲線等の空間曲線である場合には、頭髮データの補間処理は、各制御点のデータの補間で求められる。一方、頭髮データが図7Bに示したようなポリゴンモデルである場合には、頭髮データの補間処理は、各ポリゴン頂点データの補間で求められる。なお、式(4)における $d_m$ は $m_p$ の小数部であり、 $d_n$ は $n_p$ の小数部である。

図6に戻り、ステップS 1 6において、座標変換部2 4は、補間処理された頭髮データを、頭髮データの物体座標系から頭部3次元モデルの物体座標系に座標変換する。

座標変換の概念について、図10A及び図10Bを参照して説明する。髪型データ配列における任意の頭髮データを $H$ とする。頭髮データ $H$ は、頭髮データの物体座標系 $(I, J, K)$ で表されている。頭髮データの物体座標系 $(I, J,$

K) は、頭髮データHの始点を原点とする3次元座標系であれば任意であり、例えば、髪型データ配列の横方向をI、縦方向をJとし、それらに直交する方向をKとするような直交座標系である。このようにして、頭髮データHの始点は  $(I, J, K) = (0, 0, 0)$  で表され、その他の制御点は頭髮データの始点からの相対位置で表されている。

一方、頭部3次元モデルは物体座標系  $(X, Y, Z)$  で表されている。頭部3次元モデルの物体座標系は、一般的には3次元直交座標系であり、例えば、頭部の重心位置を原点として、右耳方向をX、頭頂方向をY、鼻方向をZとするような直交座標系である。

座標変換部24では、頭髮データの物体座標系  $(I, J, K)$  で表されている頭髮データHを、ステップS13で求められた頭部3次元モデルのマッピング位置  $P_h$  における局所座標系  $(T, S, N)$  に変換する。この点  $P_h$  における局所座標系  $(T, S, N)$  は、点  $P_h$  を原点とする3次元座標系であれば任意であり、例えば、点  $P_h$  における法線方向ベクトルをNとし、頭部3次元モデルの縦方向の中心軸(図10におけるY軸)から点  $P_h$  に向かう放射線方向ベクトルと法線方向ベクトルNの外積として求められる接線方向ベクトルをTとし、法線方向Nと接線方向Tと直交するベクトルをSとするような直交座標系である。

ここで、頭部3次元モデルの各頂点における局所座標系は、頭部データベースに予め与えられているものとする。従って、点  $P_h$  における局所座標系  $(T, S, N)$  は、マッピング位置の計算と同様に、マッピングされる三角形ポリゴンにおいて式(2)を用いて計算される。いま、頭髮データHの任意の制御点  $C_i$  の物体座標系  $(I, J, K)$  におけるデータを  $(i, j, k)$  とすると、制御点  $C_i$  は、点  $P_h$  における局所座標系  $(T, S, N)$  において、次式(6)で表される。

$$C_i = i \cdot T + j \cdot S + k \cdot N \quad \dots (6)$$

ここで、局所座標系  $(T, S, N)$  の各単位ベクトルは、頭部3次元モデルの物体座標系  $(X, Y, Z)$  の値を持っている。

従って、式(6)で表される制御点  $C_i$  は、頭部3次元モデルの物体座標系  $(X, Y, Z)$  で表されることになる。

図6に戻り、ステップS17において、マッピング位置計算部22は、カウン

タ値  $u$  が 1. 0 を超過したか否かを判定する。カウンタ値  $u$  が 1. 0 を超過していないと判定された場合、ステップ S 1 8 に進む。ステップ S 1 8 において、マッピング位置計算部 2 2 は、カウンタ値  $u$  を刻み値  $d_u$  だけインクリメントする。刻み値  $d_u$  は、髪型データ配列に格納されている頭髮データを横方向にどの程度の間隔でマッピングするかを示す値である。

その後、ステップ S 1 3 に戻り、以降の処理が繰り返され、ステップ S 1 7 において、カウンタ値  $u$  が 1. 0 を超過したと判定された場合、横方向のマッピング処理が髪型データ配列の 1 行の終わりに到達したことを意味するので、ステップ S 1 9 に進む。

ステップ S 1 9 において、マッピング位置計算部 2 2 は、カウンタ値  $v$  が 1. 0 を超過したか否かを判定する。カウンタ値  $v$  が 1. 0 を超過していないと判定された場合、ステップ S 2 0 に進む。ステップ S 2 0 において、マッピング位置計算部 2 2 は、カウンタ値  $v$  を刻み値  $d_v$  だけインクリメントする。刻み値  $d_v$  は、髪型データ配列に格納されている頭髮データを縦方向にどの程度の間隔でマッピングするかを示す値である。

その後、ステップ S 1 2 に戻り、以降の処理が繰り返され、ステップ S 1 9 において、カウンタ値  $v$  が 1. 0 を超過したと判定された場合、全ての行のマッピング処理が終了したことを意味するので、当該頭髮マッピング処理は終了され、図 3 のステップ S 5 に進むことになる。

なお、ステップ S 1 4 において、ステップ S 1 3 の処理で求められたマッピング位置を含む三角形ポリゴンのマッピングフラグが負である場合、当該三角形ポリゴンは頭髮生成領域ではないと判定され、ステップ S 1 5 及びステップ S 1 6 の処理はスキップされる。

このようにマッピングフラグを用いて頭髮生成領域を指定することにより、髪型データベース 7 から読み出した髪型データを構成する全ての頭髮データをマッピングせずに、頭部 3 次元モデルの任意の領域だけにマッピングさせることが可能である。したがって、例えば、いわゆるモヒカン刈りのような髪型や、星型に刈り込んだ髪型などを簡単に生成することができる。

また、この髪型マッピング処理によれば、髪型データベース 7 に記憶されてい

る各髪型データは、頭髮の物体座標系で表現されており、人物頭部の形状には依存せず、任意の形状の頭部 3 次元モデルにマッピングが可能である。

次に、髪型データベース 7 のデータ構造について、図 11 を参照して説明する。髪型データベース 7 は、複数の髪型データから構成される。髪型データは、上述したように 2 次元配列であり、先頭に配列の横方向のデータ数  $u_{max}$ 、縦方向のデータ数  $v_{max}$  が記述され、以降に  $(u_{max} \times v_{max})$  本分の頭髮データが記述されている。

頭髮データには、先頭にグループ情報（後述）が記述されることがある。以降には、頭髮データが 3 次パラメトリック曲線等で近似される場合、複数の制御点データが記述される。制御点データは、頭髮物体座標系（I, J, K）で表現される。

なお、頭髮データは、3 次元ポリゴンデータであってもよい。この場合、頭髮データとして、複数のポリゴン頂点データが記述される。

頭髮データに記述されたグループ情報について説明する。グループ情報は、上述した髪型マッピング処理（図 6）のステップ S15 の頭髮データ補間処理において用いることが可能である。

グループ情報が与えられている場合における頭髮データ補間処理について、図 12 を参照にして説明する。いま、カウンタ値  $u = u_p$ 、カウンタ値  $v = v_p$  であるとき、マッピングされる頭髮データの髪型データ配列でのアドレスは  $P_s = (m_p, n_p) = (u_p \cdot u_{max}, v_p \cdot v_{max})$  である。

点  $P_s$  における頭髮データを  $H_p$  とし、近傍 4 点を、図 12 に示すように点  $P_1$  乃至  $P_4$  とし、点  $P_1$  乃至  $P_4$  のそれぞれの頭髮データを  $H_1$  乃至  $H_4$  とする。さらに、頭髮データ  $H_1$  には、グループ情報として 1 が記述され、頭髮データ  $H_2$  乃至  $H_4$  には、グループ情報として 2 が記述されているとする。すなわち、この例においては、頭髮データ  $H_1$  だけがグループ 1 に属し、その他の頭髮データ  $H_2$  乃至  $H_4$  は、グループ 2 に属している。グループ情報が与えられている場合、頭髮データ補間処理では、同じグループに属する頭髮データだけを用いて補間が行われる。

具体的には、始めにマッピングされる点  $P_s$  の 4 近傍点のうち、最近傍点が求め

られ、そのグループ情報が取得される。図12の場合、最近傍点は点P3である。次に、4近傍点P1乃至P4のうち、最近傍点と同じグループに属する近傍点の数が求められる。

4近傍点P1乃至P4のうち、最近傍点と同じグループに属する近傍点が他にない場合、最近傍点の頭髮データがそのまま点P<sub>i</sub>にも用いられる。

4近傍点P1乃至P4のうち、最近傍点と同じグループに属する近傍点の数が最近傍点を含めて2である場合、補間には当該2点間の線形補間値が用いられる。

4近傍点P1乃至P4のうち、最近傍点と同じグループに属する近傍点の数が最近傍点を含めて3である場合、すなわち、図12に示すような場合、次式

(7) によって補間値が計算される。

$$H_{p_i} = (1 - r) H_{32} + r \cdot H_{34}$$

$$H_{32} = d_n \cdot H_2 + (1 - d_n) H_3$$

$$H_{34} = d_n \cdot H_4 + (1 - d_n) H_3$$

$$r = (m_{p_i} - m_{32}) / (m_{34} - m_{32}) \quad \dots (7)$$

ただし、 $d_n$ は $n_p$ の小数部であり、 $m_{32}$ は点P32でのmアドレスであり、 $m_{34}$ は点P34でのmアドレスである。

このようにして、頭髮データにグループ情報を記述しておくことにより、例えば、髪の毛の分け目のような補間によって不都合が生じるような髪形も表現できるようになる。つまり、分け目を境にしてグループ分けをしておけば、4近傍点の分け目をまたがるような場合においても、分け目の両側の頭髮データを用いて不自然な頭髮が生成されてしまうようなことを抑止することができる。

次に、上述した髪型マッピング処理(図6)のステップS16の処理における座標変換の応用例について、図12及び図13を参照して説明する。

ステップS16の座標変換処理において、乱数を用いて髪型のばらつきを表現することが可能である。図13Aに示す髪型のばらつきを表現していない状態に対して、図13Bは、座標変換において、乱数を用いて局所座標系を回転させることによって、髪型のばらつきを表現した状態の一例を示している。

具体的には、頭部の局所座標系(T, S, N)を、Nを軸にして、発生した乱数に対応して軸回転を行った後、頭部モデルの物体座標系(X, Y, Z)に変換

する。このような処理により、頭髮データがマッピングされる位置を変えることなく、一本一本の頭髮の生える方向を微妙に変化させることができる。

図 1 4 A に示す髪型のばらつきを表現していない状態に対して、図 1 4 B は、座標変換において、乱数を用いてマッピング位置を変化させることによって、髪型のばらつきを表現した状態の一例を示している。

具体的には、局所座標系 ( $T, S, N$ ) の原点である  $P_0$  の位置を、発生した乱数に対応して  $P_0$  にずらした後、頭部モデルの物体座標系 ( $X, Y, Z$ ) に変換する。このような処理により、髪型を変えることなく、頭髮の生える位置を微妙に変化させることができる。

なお、乱数を用いて、変換する座標系の軸を回転させたり、原点を移動することにより、合成した画像に自然なばらつきを表現させることは、頭髮の画像を合成するとき以外にも適用することが可能である。

ところで、この頭髮合成システムでは、3 次元頭部再構築処理部 3 により頭部 3 次元モデルを任意の形状に変形させた後、髪型データをマッピングすることができる。図 1 5 A に示す頭部 3 次元モデルを変形させていない状態に対して、図 1 5 B は、頭部 3 次元モデルを Y 軸方向に 1.5 倍に拡大した状態を示している。

頭部 3 次元モデルの拡大縮小処理は、アフィン変換処理によって行う。このとき、頭部 3 次元モデルの任意のポリゴン頂点に与えられている局所座標系 ( $T, S, N$ ) についても同様のアフィン変換処理を行う。

図 1 5 B に示すように、頭部 3 次元モデルを Y 軸方向に 1.5 倍に拡大する場合には、Y 軸方向に 1.5 倍する変換行列が、 $T, S, N$  のそれぞれのベクトルにかけられて、縦方向に引き伸ばされた局所座標系 ( $T', S', N'$ ) が得られる。このように変形された局所座標系 ( $T', S', N'$ ) に頭髮データ  $H$  をマッピングすることによって、髪型は頭部に合わせて Y 軸方向に 1.5 倍に拡大されたような形状になる。このような処理により、同じ髪型データを、任意の形状に変形させた頭部 3 次元モデルにマッピングすることができる。

次に、髪型データの生成について、図 1 6 を参照して説明する。図 1 6 は、頭部を取巻く円柱座標系を示している。円柱座標系は、円柱の中心を通る軸を Y 軸とし、Y 軸に垂直な平面上の Y 軸からの距離を  $r$  とし、この平面上において基準

方向からの角度を  $\theta$  とする座標系である。

頭部表面の任意の点  $P_h$  は、円柱座標系を用いて  $P_h = (y_p, r_p, \theta_p)$  と表すことができる。さらに、円柱座標系の  $Y = y_p$ 、 $\theta = \theta_p$  で定まる直線と頭部表面の接点が必ず 1 点だけである場合、頭部表面の任意の点  $P_h$  は  $(y_p, \theta_p)$  で表現することができる。

つまり、頭部表面の形状が円周方向に向かって常に凸であれば、上記条件（円柱座標系の  $Y = y_p$ 、 $\theta = \theta_p$  で定まる直線と頭部表面の接点が必ず 1 点だけである）を満たすことになる。

顔を除いた頭皮部分を考えてみると、一般的には円周方向に向かって常に凸であると考えられるため、頭部モデルの頭皮部分の任意の点  $P_h$  を  $P_h = (y_p, \theta_p)$  で表現することが可能である。

髪型データの作成は、「岸、三枝、森島、” 房モデルによるヘアデザインシステムの開発」、信学技報、MVE97-102, pp. 67-74, 1998」に開示されているシステムを用いることによって、比較的容易に行うことができる。そのシステムでは、与えられた頭部モデル上に生成した頭髮データを編集することによって髪型データを作成する。このシステムから出力される頭髮データは、与えられた頭部モデルの物体座標系で表現されている。

本発明の頭髮データベース 7 には、この頭髮データを円柱座標系の  $(y, \theta)$  で表される空間にマッピングすることによって 2 次元配列に格納した髪型データが記録されている。 $(y, \theta)$  空間から、図 7 に示すような 2 次元配列の  $(u, v)$  空間への変換は、例えば、次式 (8) が用いられる。

$$\begin{aligned} u &= \theta_p / 2\pi \\ v &= (y_p - y_{min}) / (y_{max} - y_{min}) \end{aligned} \quad \dots (8)$$

ここで、 $y_{min}$  は、頭部表面の円柱座標系の  $Y$  軸の最小値であり、 $y_{max}$  は、頭部表面の円柱座標系の  $Y$  軸の最大値である。

$(y, \theta)$  空間から  $(u, v)$  空間への変換は非線形でもよく、例えば、頭頂部に近くなるほど、 $v$  方向の刻みを小さくするような変換をするようにすれば、頭頂部近辺のサンプリングが粗くなってしまうことを避けるようにすることができる。

以上のように（ $u$ ， $v$ ）空間に変換された頭髮データから成る髪型データが髪型データベース 7 には記録されている。

なお、本発明は、CGにより髪の毛以外の糸状物体を表現する場合にも適用することが可能である。

ところで、画像処理装置 2 の上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行させることもできるが、ソフトウェアにより実行させることもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行させる場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ、又は、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータなどに、記録媒体からインストールされる。

図 17 は、画像処理装置 2 を実現するパーソナルコンピュータの構成例を示している。このパーソナルコンピュータは、CPU (Central Processing Unit) 41 を内蔵している。CPU 41 にはバス 44 を介して、入出力インタフェース 45 が接続されている。入出力インタフェース 45 には、コントローラ 8 に相当するキーボード、マウスなどの入力デバイスよりなる入力部 46、処理結果としての髪型整合画像を表示装置 9 に出力する画像出力部 47、プログラムや各種データを格納するハードディスクドライブなどよりなる記憶部 48、インターネット等を介してデータを通信する通信部 49、及び、磁気ディスク 51 乃至半導体メモリ 54 などの記録媒体に対してデータを読み書きするドライブ 50 が接続されている。バス 44 には、ROM (Read Only Memory) 42 及び RAM (Random Access Memory) 43 が接続されている。

このパーソナルコンピュータに画像処理装置 2 としての動作を実行させる画像処理用プログラムは、磁気ディスク 51 乃至半導体メモリ 54 に格納された状態でパーソナルコンピュータに供給され、ドライブ 50 によって読み出されて、記憶部 48 に内蔵されるハードディスクドライブにインストールされている。記憶部 48 にインストールされている画像処理用プログラムは、入力部 46 に入力されるユーザからのコマンドに対応する CPU 41 の指令によって、記憶部 48 から RAM 43 にロードされて実行される。

なお、本明細書において、記録媒体に記録されるプログラムを記述するステッ

プは、記載された順序に従って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

また、本明細書において、システムとは、複数の装置により構成される装置全体を表すものである。

#### 産業上の利用可能性

上述したように、本発明は、髪型データを記憶し、記憶した髪型データを読み出し、髪型データに含まれる1本の髪の毛に対応する頭髪データを頭部の3次元形状画像の所定の位置にマッピングするようにしたので、CGによって1本毎に表現する頭髪の髪型を、複数の異なる頭部形状に対応して変化させることが可能となる。

また、本発明は、記憶した髪型データを読み出し、読み出した髪型データに含まれる1本の髪の毛に対応する頭髪データを、頭部の3次元形状画像の所定の位置にマッピングし、マッピング結果に基づいて、髪型整合画像を生成するようにしたので、CGによって1本毎に表現する頭髪の髪型を、複数の異なる頭部形状に対応して変化させることが可能となる。

## 請求の範囲

1. 頭部の3次元形状画像に頭髮画像を合成して髪型整合画像を生成する画像処理装置において、

髪型データを記憶する記憶手段と、

前記記憶手段が記憶した前記髪型データを読み出す読み出し手段と、

前記読み出し手段が読み出した前記髪型データに含まれる1本の髪の毛に対応する頭髮データを、前記頭部の3次元形状画像の所定の位置にマッピングするマッピング手段と、

前記マッピング手段のマッピング結果に基づいて、前記髪型整合画像を生成する生成手段とを含む画像処理装置。

2. 前記頭髮データは、複数の制御点からなる3次元曲線データであることを特徴とする請求の範囲第1項記載の画像処理装置。

3. 前記頭髮データは、複数のポリゴンからなるポリゴンデータである請求の範囲第1項記載の画像処理装置。

4. 前記記憶手段は、2次元配列された複数の前記頭髮データから構成される前記髪型データを記憶することを特徴とする請求の範囲第1項記載の画像処理装置。

5. 前記記憶手段は、円柱座標系で表現される立体的な髪型の2次元座標系への写像に対応する2次元配列に格納された前記複数の前記頭髮データから構成される前記髪型データを記憶することを特徴とする請求の範囲第1項記載の画像処理装置。

6. 前記装置は、さらに、所定の位置の前記頭髮データを、その近傍の前記頭髮データを用いて補間する補間手段を含むことを特徴とする請求の範囲第1項記載の画像処理装置。

7. 前記補間手段は、前記所定の位置の近傍の前記頭髮データに含まれるグループ情報に基づいて、前記頭髮データを補間することを特徴とする請求の範囲第6項記載の画像処理装置。

8. 前記マッピング手段は、第1の座標系で表現されている前記頭髮データを、前記頭部の3次元形状画像が表現されている第2の座標系のデータに変換する座

標変換手段を含むことを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の画像処理装置。

9. 前記座標変換手段は、前記第 1 の座標系で表現されている前記頭髮データを、前記頭部の表面に原点を有する局所座標系のデータに変換した後、前記頭部の 3 次元形状画像が表現されている前記第 2 の座標系のデータに変換することを特徴とする請求の範囲第 8 項記載の画像処理装置。

10. 前記座標変換手段は、前記第 1 の座標系で表現されている前記頭髮データを、前記頭部の 3 次元形状画像が表現されている前記第 2 の座標系のデータに変換するとき、乱数に基づいて、座標軸回転及び原点移動のうち、少なくとも一方を実行することを特徴とする請求の範囲第 8 項記載の画像処理装置。

11. 頭部の 3 次元形状画像に頭髮画像を合成して髪型整合画像を生成する画像処理装置の画像処理方法において、

髪型データを記憶する記憶ステップと、

前記記憶ステップの処理で記憶された前記髪型データを読み出す読み出しステップと、

前記読み出しステップの処理で読み出された前記髪型データに含まれる 1 本の髪の毛に対応する頭髮データを、前記頭部の 3 次元形状画像の所定の位置にマッピングするマッピングステップと、

前記マッピングステップの処理でのマッピング結果に基づいて、前記髪型整合画像を生成する生成ステップとを含む画像処理方法。

12. 前記頭髮データは、複数の制御点からなる 3 次元曲線データであることを特徴とする請求の範囲第 11 項記載の画像処理方法。

13. 前記頭髮データは、複数のポリゴンからなるポリゴンデータであることを特徴とする請求の範囲第 11 項記載の画像処理方法。

14. 前記記憶ステップの処理では、2 次元配列された複数の前記頭髮データから構成される前記髪型データが記憶されることを特徴とする請求の範囲第 11 項記載の画像処理方法。

15. 前記記憶ステップの処理では、円柱座標系で表現される立体的な髪型の 2 次元座標系への写像に対応する 2 次元配列に格納された前記複数の前記頭髮データから構成される前記髪型データが記憶されることを特徴とする請求の範囲第 1

1 項記載の画像処理方法。

1 6. さらに、所定の位置の前記頭髮データを、その近傍の前記頭髮データを用いて補間する補間ステップを含むことを特徴とする請求の範囲第 1 1 項記載の画像処理方法。

1 7. 前記補間ステップの処理では、前記所定の位置の近傍の前記頭髮データに含まれるグループ情報に基づいて、前記頭髮データが補間されることを特徴とする請求の範囲第 1 6 項記載の画像処理方法。

1 8. 前記マッピングステップの処理は、第 1 の座標系で表現されている前記頭髮データを、前記頭部の 3 次元形状画像が表現されている第 2 の座標系のデータに変換する座標変換ステップを含むことを特徴とする請求の範囲第 1 1 項記載の画像処理方法。

1 9. 前記座標変換ステップの処理では、前記第 1 の座標系で表現されている前記頭髮データが、前記頭部の表面に原点を有する局所座標系のデータに変換された後、前記頭部の 3 次元形状画像が表現されている前記第 2 の座標系のデータに変換されることを特徴とする請求の範囲第 1 8 項記載の画像処理方法。

2 0. 前記座標変換ステップの処理では、前記第 1 の座標系で表現されている前記頭髮データが、前記頭部の 3 次元形状画像が表現されている前記第 2 の座標系のデータに変換されるとき、乱数に基づいて、座標軸回転及び原点移動のうち、少なくとも一方が実行されることを特徴とする請求の範囲第 1 8 項記載の画像処理方法。

2 1. 頭部の 3 次元形状画像に頭髮画像を合成して髪型整合画像を生成する画像処理用のプログラムを記録した記録媒体であって、

髪型データを記憶する記憶ステップと、

前記記憶ステップの処理で記憶された前記髪型データを読み出す読み出しステップと、

前記読み出しステップの処理で読み出された前記髪型データに含まれる 1 本の髪の毛に対応する頭髮データを、前記頭部の 3 次元形状画像の所定の位置にマッピングするマッピングステップと、

前記マッピングステップの処理でのマッピング結果に基づいて、前記髪型整合

画像を生成する生成ステップとを含むことを特徴とするコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されている記録媒体。

22. 前記頭髮データは、複数の制御点からなる3次元曲線データであることを特徴とする請求の範囲第21項記載の記録媒体。

23. 前記頭髮データは、複数のポリゴンからなるポリゴンデータであることを特徴とする請求の範囲第21項記載の記録媒体。

24. 前記記憶ステップの処理では、2次元配列された複数の前記頭髮データから構成される前記髪型データが記憶されることを特徴とする請求の範囲第21項記載の記録媒体。

25. 前記記憶ステップの処理では、円柱座標系で表現される立体的な髪型の2次元座標系への写像に対応する2次元配列に格納された前記複数の前記頭髮データから構成される前記髪型データが記憶されることを特徴とする請求の範囲第21項記載の記録媒体。

26. 所定の位置の前記頭髮データを、その近傍の前記頭髮データを用いて補間する補間ステップをさらに含むことを特徴とする請求の範囲第21項記載の記録媒体。

27. 前記補間ステップの処理では、前記所定の位置の近傍の前記頭髮データに、含まれるグループ情報に基づいて、前記頭髮データが補間されることを特徴とする請求の範囲第26項記載の記録媒体。

28. 前記マッピングステップの処理は、第1の座標系で表現されている前記頭髮データを、前記頭部の3次元形状画像が表現されている第2の座標系のデータに変換する座標変換ステップを含むことを特徴とする請求の範囲第21項記載の記録媒体。

29. 前記座標変換ステップの処理では、前記第1の座標系で表現されている前記頭髮データが、前記頭部の表面に原点を有する局所座標系のデータに変換された後、前記頭部の3次元形状画像が表現されている前記第2の座標系のデータに変換されることを特徴とする請求の範囲第28項記載の記録媒体。

30. 前記座標変換ステップの処理では、前記第1の座標系で表現されている前記頭髮データが、前記頭部の3次元形状画像が表現されている前記第2の座標系

のデータに変換されるとき、乱数に基づいて、座標軸回転及び原点移動のうち、少なくとも一方が実行されることを特徴とする請求の範囲第 28 項記載の記録媒体。

## 補正書の請求の範囲

[2001年9月17日(17.09.01)国際事務局受理：出願当初の請求の範囲1, 11及び21は補正された；出願当初の請求の範囲4, 14及び24は取り下げられた；他の請求の範囲は変更なし。(4頁)]

1. (補正後) 頭部の3次元形状画像に頭髮画像を合成して髪型整合画像を生成する画像処理装置において、

2次元配列された複数の頭髮データから構成される髪型データを記憶する記憶手段と、

前記記憶手段が記憶した前記髪型データを読み出す読み出し手段と、

前記読み出し手段が読み出した前記髪型データに含まれる1本の髪の毛に対応する前記頭髮データを、前記頭部の3次元形状画像の所定の位置にマッピングするマッピング手段と、

前記マッピング手段のマッピング結果に基づいて、前記髪型整合画像を生成する生成手段とを含む画像処理装置。

2. 前記頭髮データは、複数の制御点からなる3次元曲線データであることを特徴とする請求の範囲第1項記載の画像処理装置。

3. 前記頭髮データは、複数のポリゴンからなるポリゴンデータである請求の範囲第1項記載の画像処理装置。

4. (削除)

5. 前記記憶手段は、円柱座標系で表現される立体的な髪型の2次元座標系への写像に対応する2次元配列に格納された前記複数の前記頭髮データから構成される前記髪型データを記憶することを特徴とする請求の範囲第1項記載の画像処理装置。

6. 前記装置は、さらに、所定の位置の前記頭髮データを、その近傍の前記頭髮データを用いて補間する補間手段を含むことを特徴とする請求の範囲第1項記載の画像処理装置。

7. 前記補間手段は、前記所定の位置の近傍の前記頭髮データに含まれるグループ情報に基づいて、前記頭髮データを補間することを特徴とする請求の範囲第6項記載の画像処理装置。

8. 前記マッピング手段は、第1の座標系で表現されている前記頭髮データを、前記頭部の3次元形状画像が表現されている第2の座標系のデータに変換する座

標変換手段を含むことを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の画像処理装置。

9. 前記座標変換手段は、前記第 1 の座標系で表現されている前記頭髮データを、前記頭部の表面に原点を有する局所座標系のデータに変換した後、前記頭部の 3 次元形状画像が表現されている前記第 2 の座標系のデータに変換することを特徴とする請求の範囲第 8 項記載の画像処理装置。

10. 前記座標変換手段は、前記第 1 の座標系で表現されている前記頭髮データを、前記頭部の 3 次元形状画像が表現されている前記第 2 の座標系のデータに変換するとき、乱数に基づいて、座標軸回転及び原点移動のうち、少なくとも一方を実行することを特徴とする請求の範囲第 8 項記載の画像処理装置。

11. (補正後) 頭部の 3 次元形状画像に頭髮画像を合成して髪型整合画像を生成する画像処理装置の画像処理方法において、

2 次元配列された複数の頭髮データから構成される髪型データを記憶する記憶ステップと、

前記記憶ステップの処理で記憶された前記髪型データを読み出す読み出しステップと、

前記読み出しステップの処理で読み出された前記髪型データに含まれる 1 本の髪の毛に対応する前記頭髮データを、前記頭部の 3 次元形状画像の所定の位置にマッピングするマッピングステップと、

前記マッピングステップの処理でのマッピング結果に基づいて、前記髪型整合画像を生成する生成ステップとを含む画像処理方法。

12. 前記頭髮データは、複数の制御点からなる 3 次元曲線データであることを特徴とする請求の範囲第 11 項記載の画像処理方法。

13. 前記頭髮データは、複数のポリゴンからなるポリゴンデータであることを特徴とする請求の範囲第 11 項記載の画像処理方法。

14. (削除)

15. 前記記憶ステップの処理では、円柱座標系で表現される立体的な髪型の 2 次元座標系への写像に対応する 2 次元配列に格納された前記複数の前記頭髮データから構成される前記髪型データが記憶されることを特徴とする請求の範囲第 11 項記載の画像処理方法。

16. さらに、所定の位置の前記頭髮データを、その近傍の前記頭髮データを用いて補間する補間ステップを含むことを特徴とする請求の範囲第11項記載の画像処理方法。

17. 前記補間ステップの処理では、前記所定の位置の近傍の前記頭髮データに含まれるグループ情報に基づいて、前記頭髮データが補間されることを特徴とする請求の範囲第16項記載の画像処理方法。

18. 前記マッピングステップの処理は、第1の座標系で表現されている前記頭髮データを、前記頭部の3次元形状画像が表現されている第2の座標系のデータに変換する座標変換ステップを含むことを特徴とする請求の範囲第11項記載の画像処理方法。

19. 前記座標変換ステップの処理では、前記第1の座標系で表現されている前記頭髮データが、前記頭部の表面に原点を有する局所座標系のデータに変換された後、前記頭部の3次元形状画像が表現されている前記第2の座標系のデータに変換されることを特徴とする請求の範囲第18項記載の画像処理方法。

20. 前記座標変換ステップの処理では、前記第1の座標系で表現されている前記頭髮データが、前記頭部の3次元形状画像が表現されている前記第2の座標系のデータに変換されるとき、乱数に基づいて、座標軸回転及び原点移動のうち、少なくとも一方が実行されることを特徴とする請求の範囲第18項記載の画像処理方法。

21. (補正後) 頭部の3次元形状画像に頭髮画像を合成して髪型整合画像を生成する画像処理用のプログラムを記録した記録媒体であって、

2次元配列された複数の頭髮データから構成される髪型データを記憶する記憶ステップと、

前記記憶ステップの処理で記憶された前記髪型データを読み出す読み出しステップと、

前記読み出しステップの処理で読み出された前記髪型データに含まれる1本の髪の毛に対応する前記頭髮データを、前記頭部の3次元形状画像の所定の位置にマッピングするマッピングステップと、

前記マッピングステップの処理でのマッピング結果に基づいて、前記髪型整合

画像を生成する生成ステップとを含むことを特徴とするコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されている記録媒体。

22. 前記頭髮データは、複数の制御点からなる3次元曲線データであることを特徴とする請求の範囲第21項記載の記録媒体。

23. 前記頭髮データは、複数のポリゴンからなるポリゴンデータであることを特徴とする請求の範囲第21項記載の記録媒体。

24. (削除)

25. 前記記憶ステップの処理では、円柱座標系で表現される立体的な髪型の2次元座標系への写像に対応する2次元配列に格納された前記複数の前記頭髮データから構成される前記髪型データが記憶されることを特徴とする請求の範囲第21項記載の記録媒体。

26. 所定の位置の前記頭髮データを、その近傍の前記頭髮データを用いて補間する補間ステップをさらに含むことを特徴とする請求の範囲第21項記載の記録媒体。

27. 前記補間ステップの処理では、前記所定の位置の近傍の前記頭髮データに含まれるグループ情報に基づいて、前記頭髮データが補間されることを特徴とする請求の範囲第26項記載の記録媒体。

28. 前記マッピングステップの処理は、第1の座標系で表現されている前記頭髮データを、前記頭部の3次元形状画像が表現されている第2の座標系のデータに変換する座標変換ステップを含むことを特徴とする請求の範囲第21項記載の記録媒体。

29. 前記座標変換ステップの処理では、前記第1の座標系で表現されている前記頭髮データが、前記頭部の表面に原点を有する局所座標系のデータに変換された後、前記頭部の3次元形状画像が表現されている前記第2の座標系のデータに変換されることを特徴とする請求の範囲第28項記載の記録媒体。

30. 前記座標変換ステップの処理では、前記第1の座標系で表現されている前記頭髮データが、前記頭部の3次元形状画像が表現されている前記第2の座標系のデータに変換されるとき、乱数に基づいて、座標軸回転及び原点移動のうち、少なくとも一方が実行されることを特徴とする請求の範囲第28項記載の記録媒

1/16

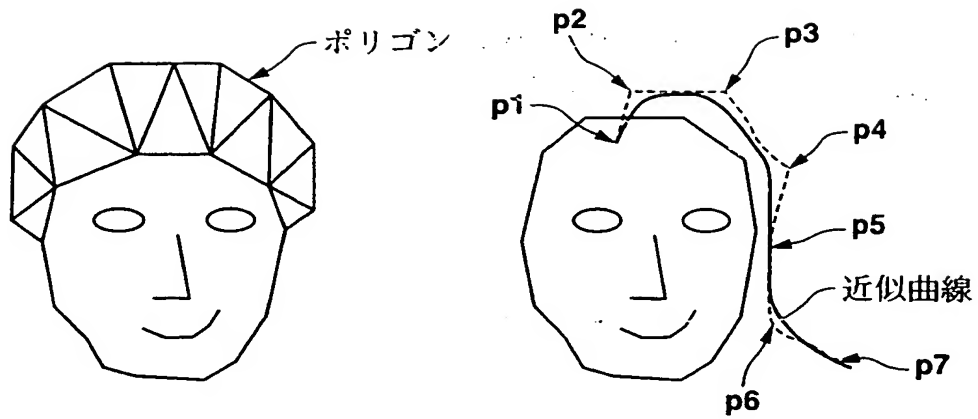


FIG.1A

FIG.1B



10

11

12

13

14

2/16

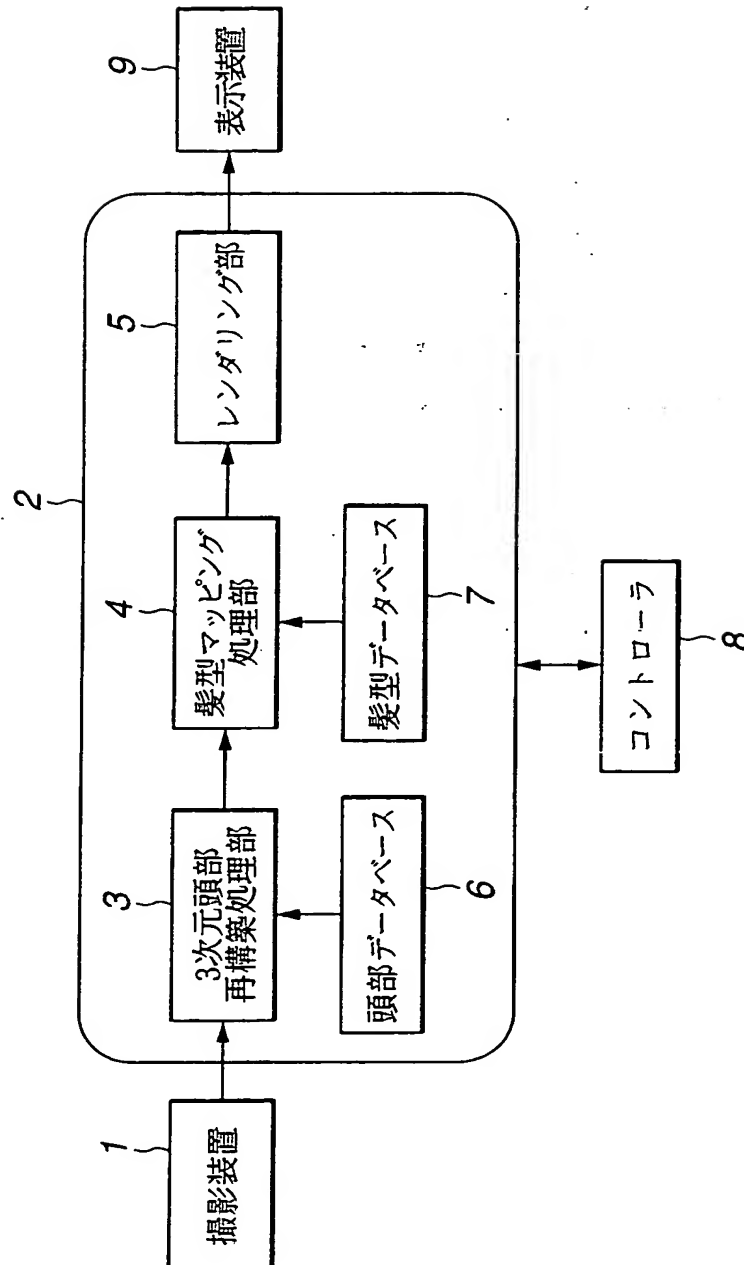


FIG.2



3/16

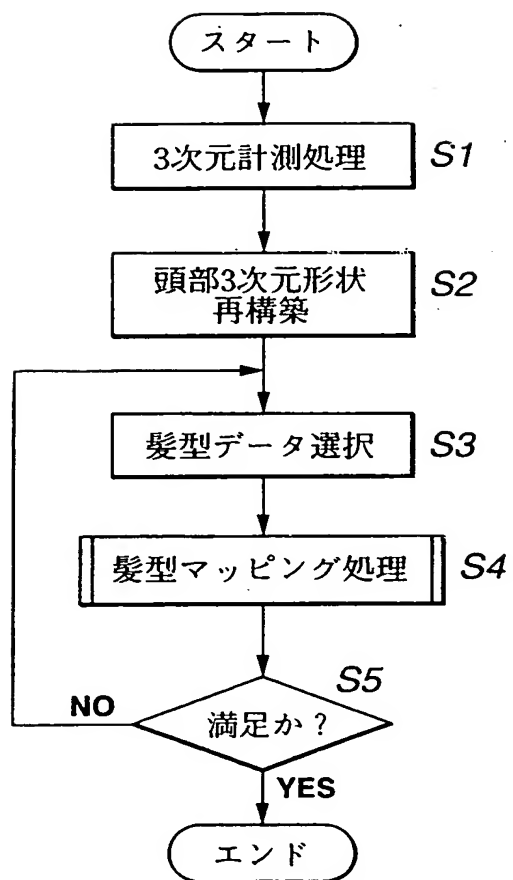


FIG.3



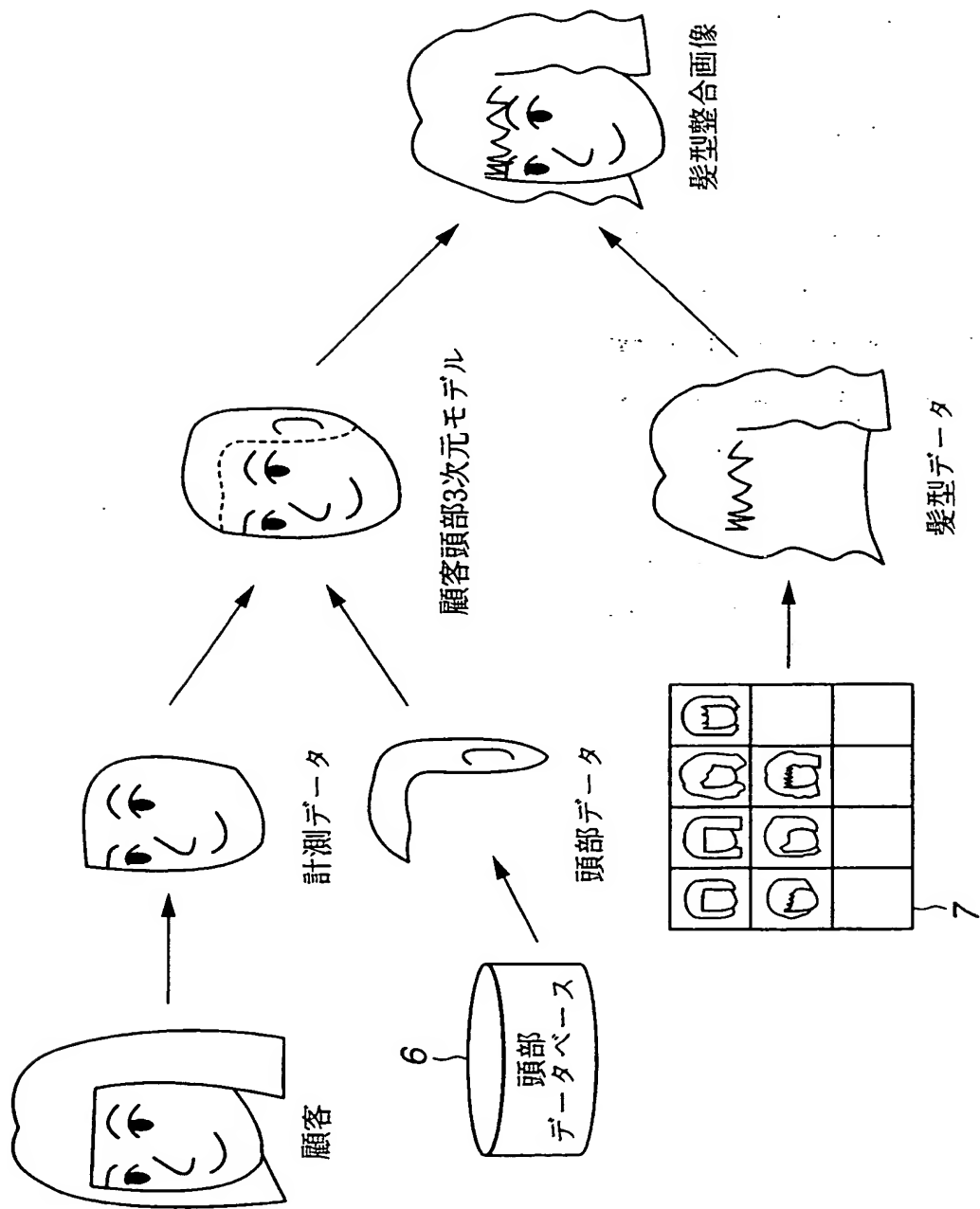


FIG.4



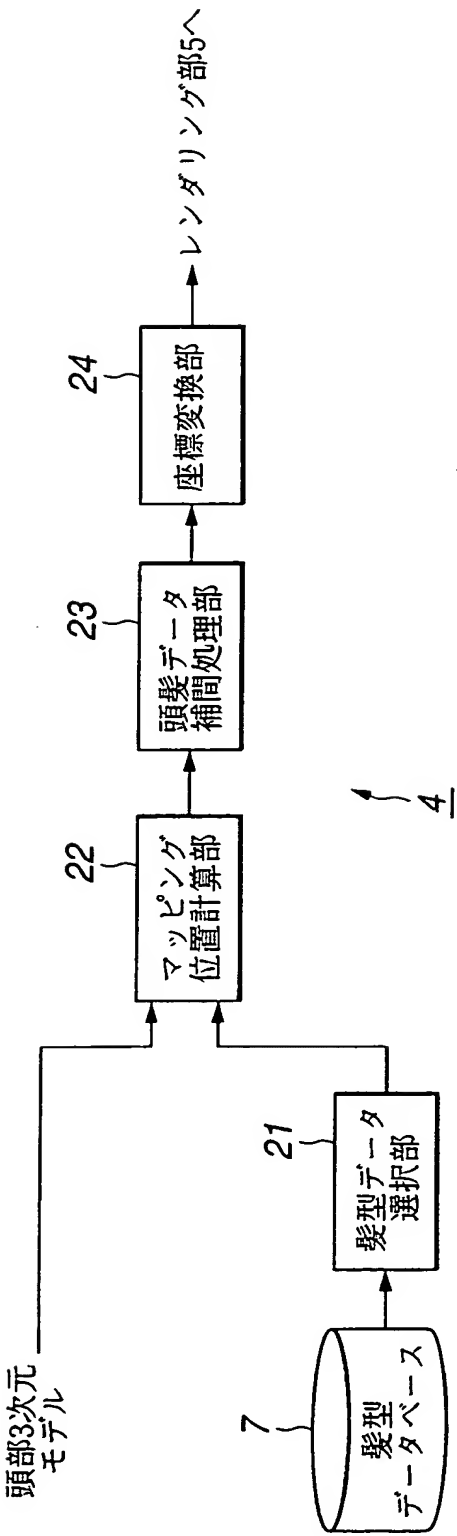


FIG.5



6/16

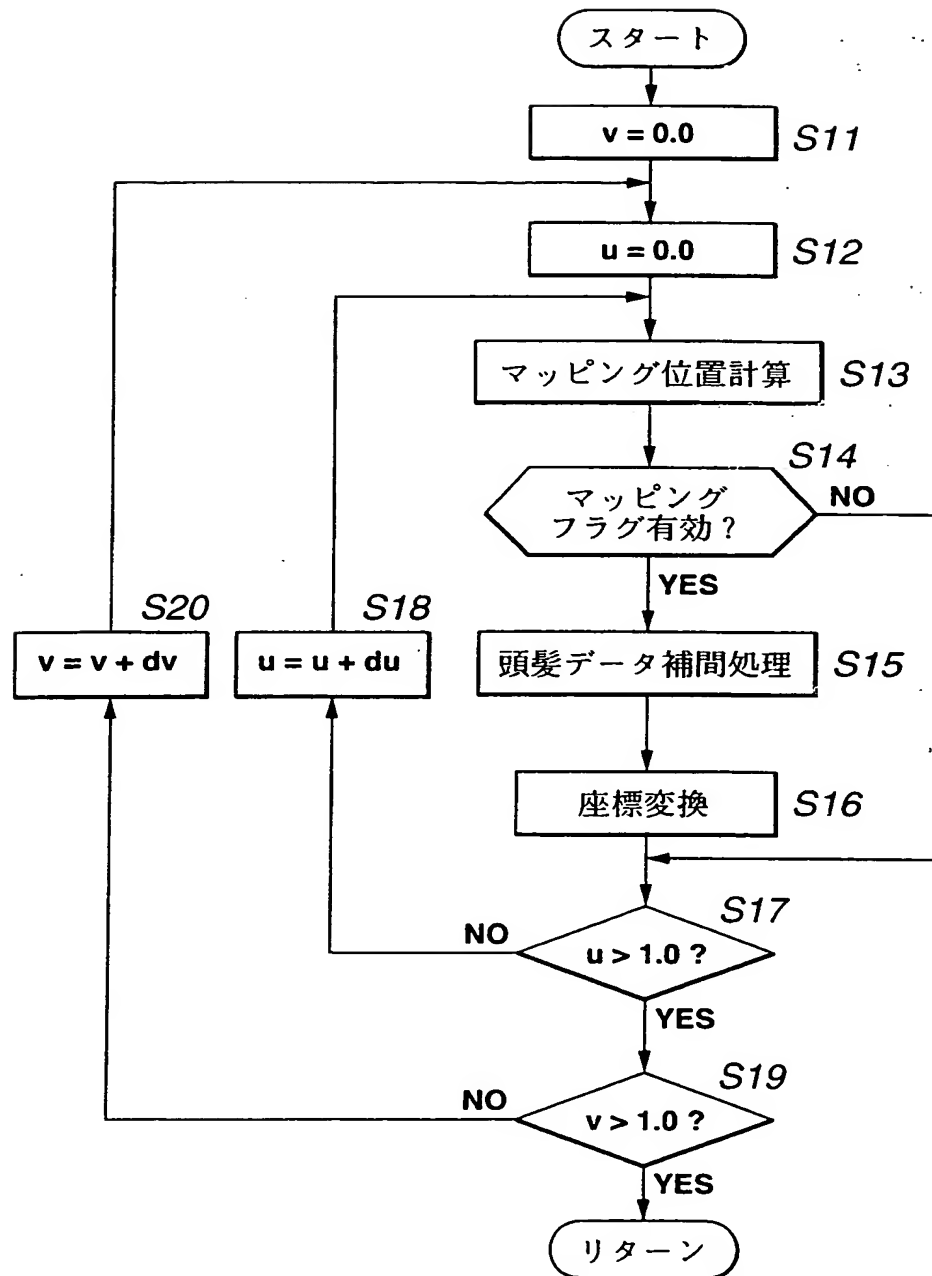
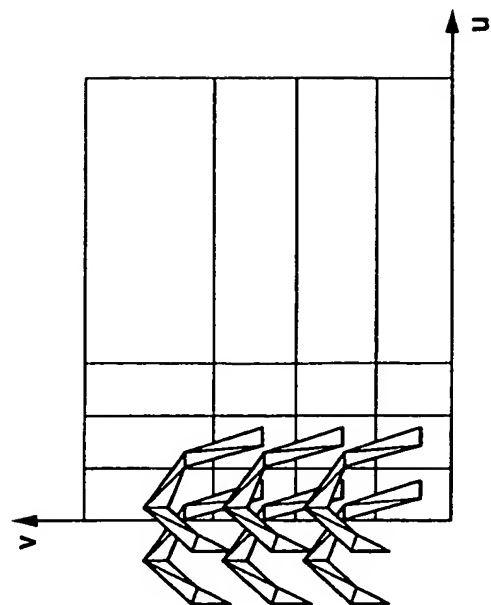
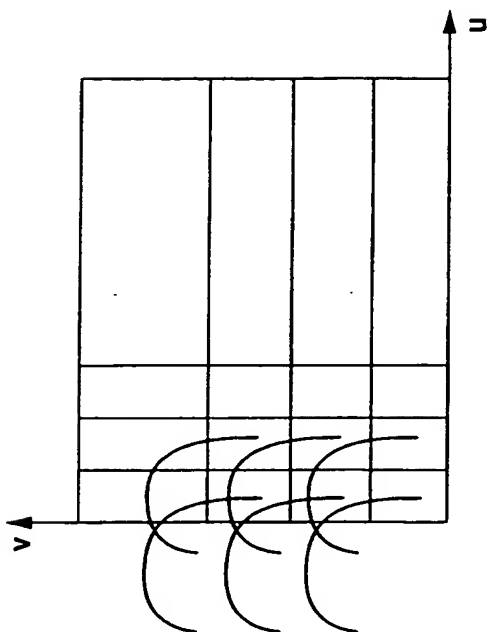


FIG.6





**FIG. 7B**



**FIG. 7A**



8/16

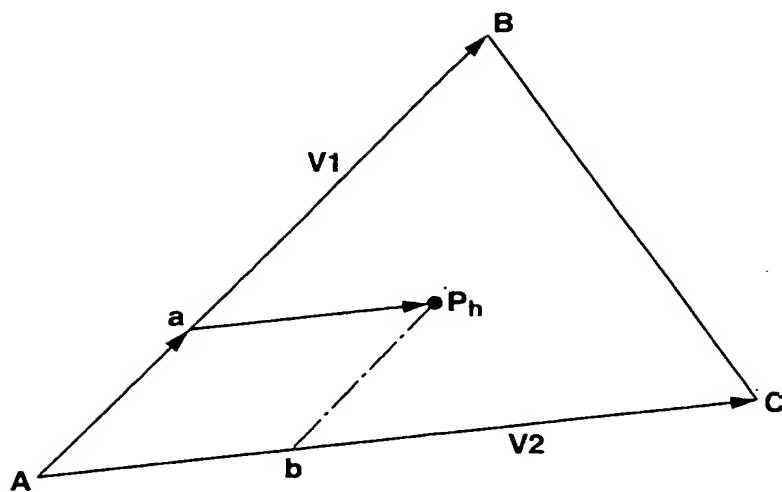


FIG. 8

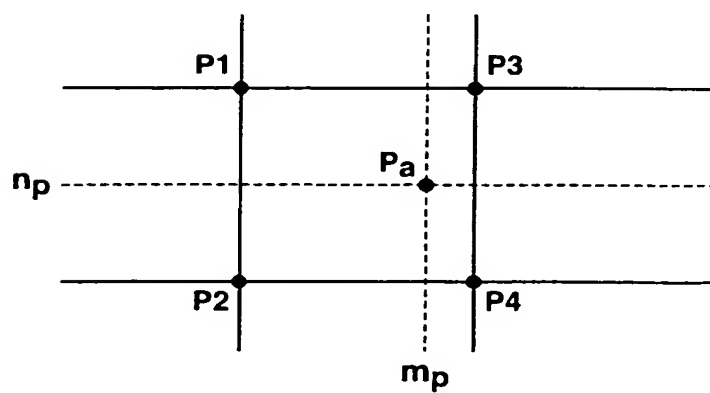
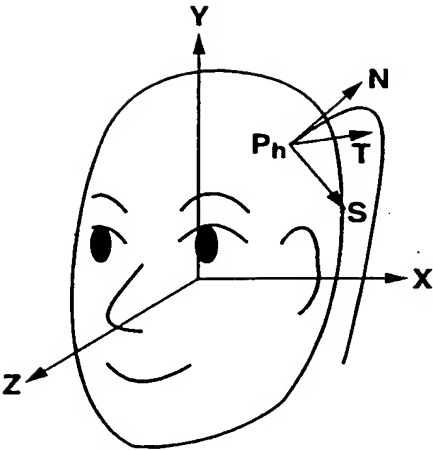


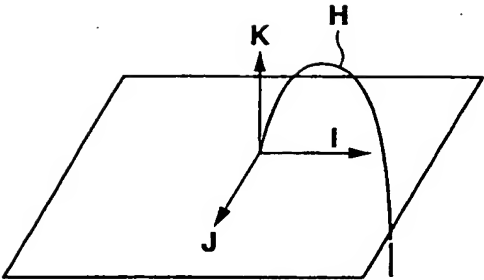
FIG. 9





頭部モデル

FIG.10A



髪型データ

FIG.10B



10/16

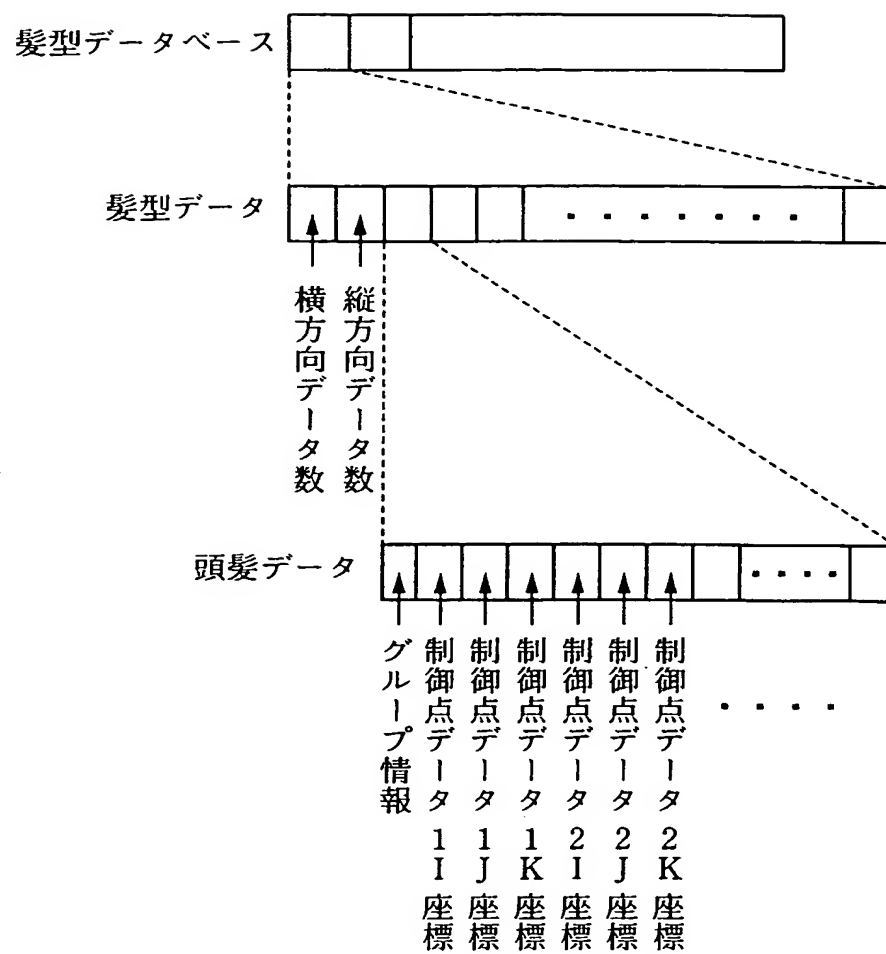
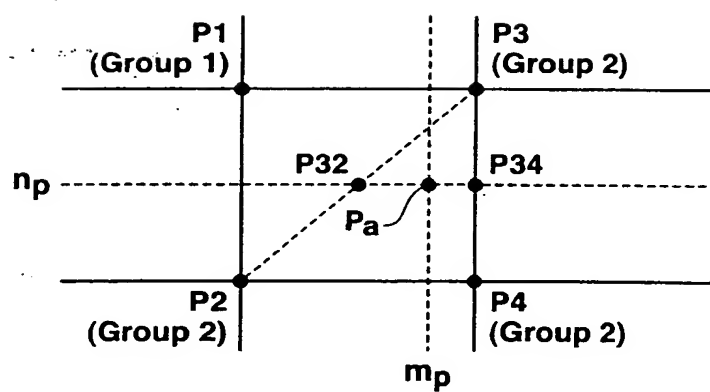


FIG.11

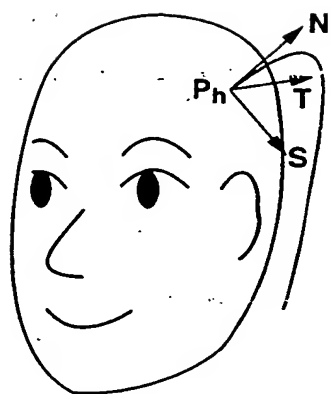


11/16

**FIG.12**

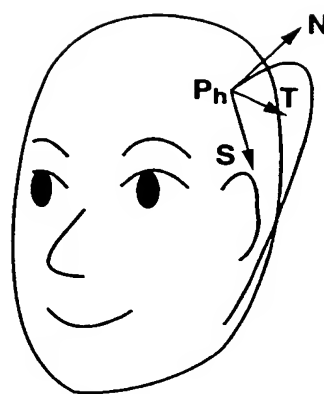


12/16



頭部モデル

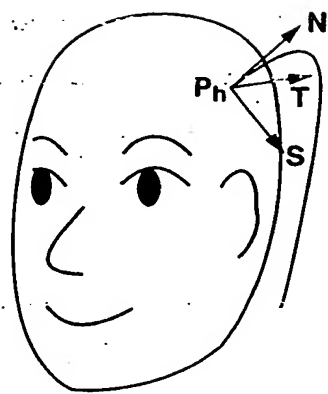
**FIG.13A**



頭部モデル

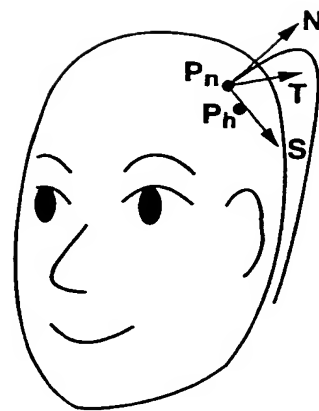
**FIG.13B**





頭部モデル

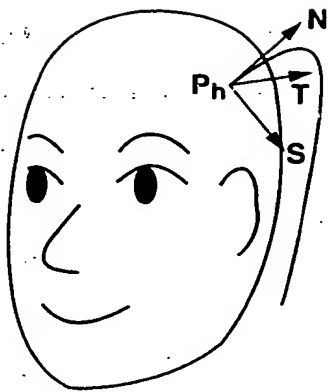
FIG.14A



頭部モデル

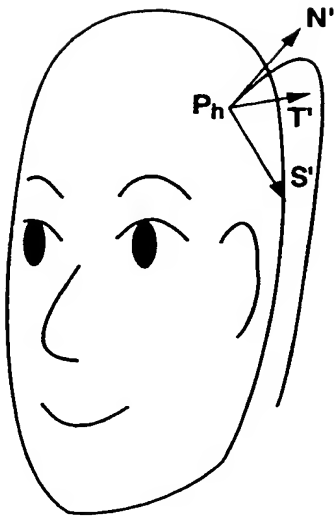
FIG.14B





頭部モデル

FIG.15A



頭部モデル

FIG.15B



15/16

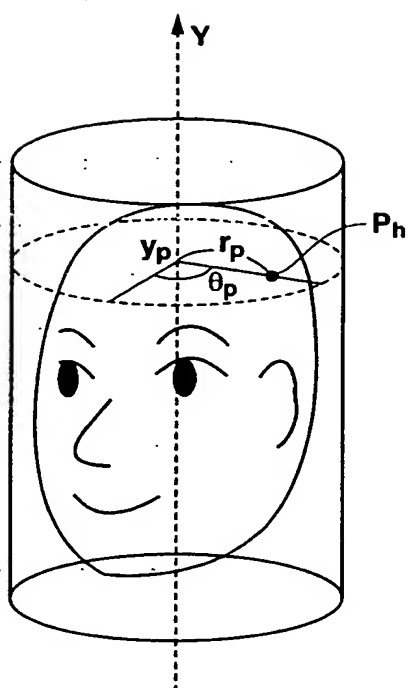


FIG.16



16/16

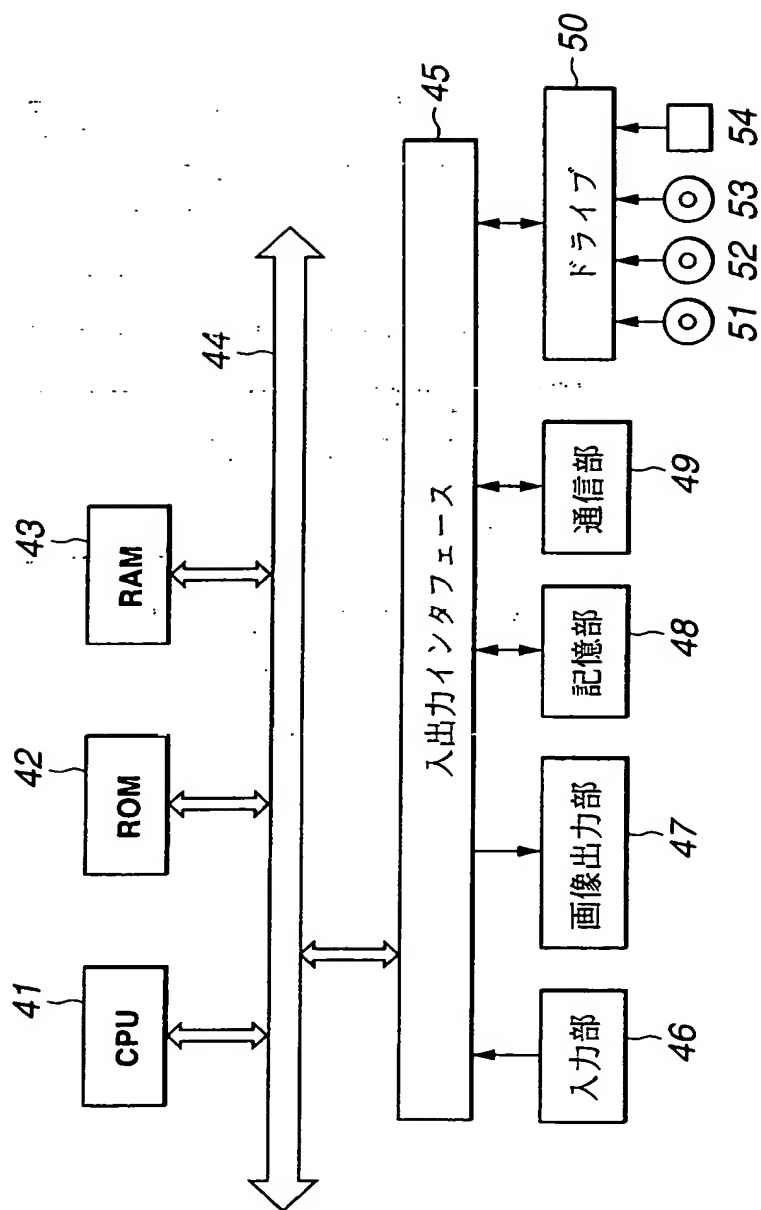


FIG.17



1. The first part of the document is a list of the names of the persons who were present at the meeting.

2.

3.

4. The second part of the document is a list of the names of the persons who were present at the meeting.

5.

6.

7.

8. The third part of the document is a list of the names of the persons who were present at the meeting.

9.

10.

11.

12.

13.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/03202

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> G06T17/40

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> G06T1/00, 11/00-17/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001  
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JICST FILE (JOIS)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Lieu-Hen CHEN, Santi SAEYOR, Hiroshi DOHI, Mitsuru ISHIZUKA, "A system of 3D hair style synthesis based on the wisp model", The Visual Computer, Springer-Verlag, (1999), Vol.15, No.4, pages 159 to 170	1, 4, 8, 11, 14, 18, 21, 24, 28
Y		2, 3, 6, 12, 13, 16, 22, 23, 26
A		5, 7, 9, 10, 15, 17, 19, 20, 25, 27, 29, 30
Y	JP, 2000-3455, A (Sony Corporation), 07 January, 2000 (07.01.00), Par. Nos. [0004] to [0006] (Family: none)	2, 3, 12, 13, 22, 23
Y	US, 5404426, A (Hitachi, Ltd.), 04 April, 1995 (04.04.95), & JP, 5-61961, A	6, 16, 26

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
09 July, 2001 (09.07.01)Date of mailing of the international search report  
17 July, 2001 (17.07.01)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/03202

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US, 5267154, A (Hitachi, Ltd.), 30 November, 1993 (30.11.93), & JP, 4-195476, A	1-30

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO1/03202

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G06T17/40

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G06T1/00, 11/00-17/50

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2001年

日本国実用新案登録公報 1996-2001年

日本国登録実用新案公報 1994-2001年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JICSTファイル (JOIS)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	Lieu-Hen CHEN, Santi SAEYOR, Hiroshi DOHI, Mitsuru ISHIZUKA. A system of 3D hair style synthesis based on the wisp model. The Visual Computer, Springer-Verlag, 1999, Vol. 15, No. 4, p. 159-170	1, 4, 8, 11, 14, 18, 21, 24, 28
Y		2, 3, 6, 12, 13, 16, 22, 23, 26
A		5, 7, 9, 10, 15,

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

09.07.01

国際調査報告の発送日

17.07.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

後藤 彰

印

5H

9854

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
		17, 19, 20, 25, 27, 29, 30
Y	JP 2000-3455 A (ソニー株式会社) 7. 1月. 20 00 (07. 01. 00), 【0004】～【0006】 (ファミ リーなし)	2, 3, 12, 13, 22, 23
Y	US 5404426 A (HITACHI LTD.) 4. 4 月. 1995 (04. 04. 95) & JP 5-61961 A	6, 16, 26
A	US 5267154 A (HITACHI LTD.) 30. 1 1月. 1993 (30. 11. 93) & JP 4-195476 A	1-30

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/03202

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> G06T17/40

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G06T1/00, 11/00-17/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2001	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JICST FILE (JOIS)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Lieu-Hen CHEN, Santi SAEYOR, Hiroshi DOHI, Mitsuru ISHIZUKA, "A system of 3D hair style synthesis based on the wisp model", The Visual Computer, Springer-Verlag, (1999), Vol.15, No.4, pages 159 to 170	1, 4, 8, 11, 14, 18, 21, 24, 28
Y		2, 3, 6, 12, 13, 16, 22, 23, 26
A		5, 7, 9, 10, 15, 17, 19, 20, 25, 27, 29, 30
Y	JP, 2000-3455, A (Sony Corporation), 07 January, 2000 (07.01.00), Par. Nos. [0004] to [0006] (Family: none)	2, 3, 12, 13, 22, 23
Y	US, 5404426, A (Hitachi, Ltd.), 04 April, 1995 (04.04.95), & JP, 5-61961, A	6, 16, 26

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
09 July, 2001 (09.07.01)

Date of mailing of the international search report  
17 July, 2001 (17.07.01)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/03202

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US, 5267154, A (Hitachi, Ltd.), 30 November, 1993 (30.11.93), & JP, 4-195476, A	1-30